


RAPPORT

JB 2008/05



RAPPORT OM AVSPORING ETTER SAMMENSTØT MED SNØSKRED VED STOREKLEVEN PÅ BERGENSBANEN 21. FEBRUAR 2007

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre jernbanesikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke jernbanesikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid bør unngås.

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM HAVARIET	3
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	6
1.1 Hendelsesforløp	6
1.2 Snøskredet.....	8
1.3 Personskader	9
1.4 Skader på involvert materiell	9
1.5 Skadebeskrivelse av infrastruktur og kjørevei	10
1.6 Omgivelser/stedsbeskrivelse	11
1.7 Andre skader	11
1.8 Personellinformasjon	11
1.9 Rullende materiell.....	12
1.10 Infrastruktur og kjørevei	12
1.11 Været.....	14
1.12 Værstasjoner	15
1.13 Trafikkledelse og signalsystem.....	15
1.14 Kommunikasjonskanaler.....	15
1.15 Registrerende hastighetsmålerutstyr og datalogger	22
1.16 Medisinske forhold	24
1.17 Brann.....	24
1.18 Overlevelsesaspekter.....	24
1.19 Undersøkelser	25
1.20 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder.....	26
2. ANALYSE.....	27
2.1 Innledning	27
2.2 Tekniske og operative forhold	27
2.3 Bakenforliggende forhold	30
3. KONKLUSJON	31
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	32
5. VEDLEGG.....	33

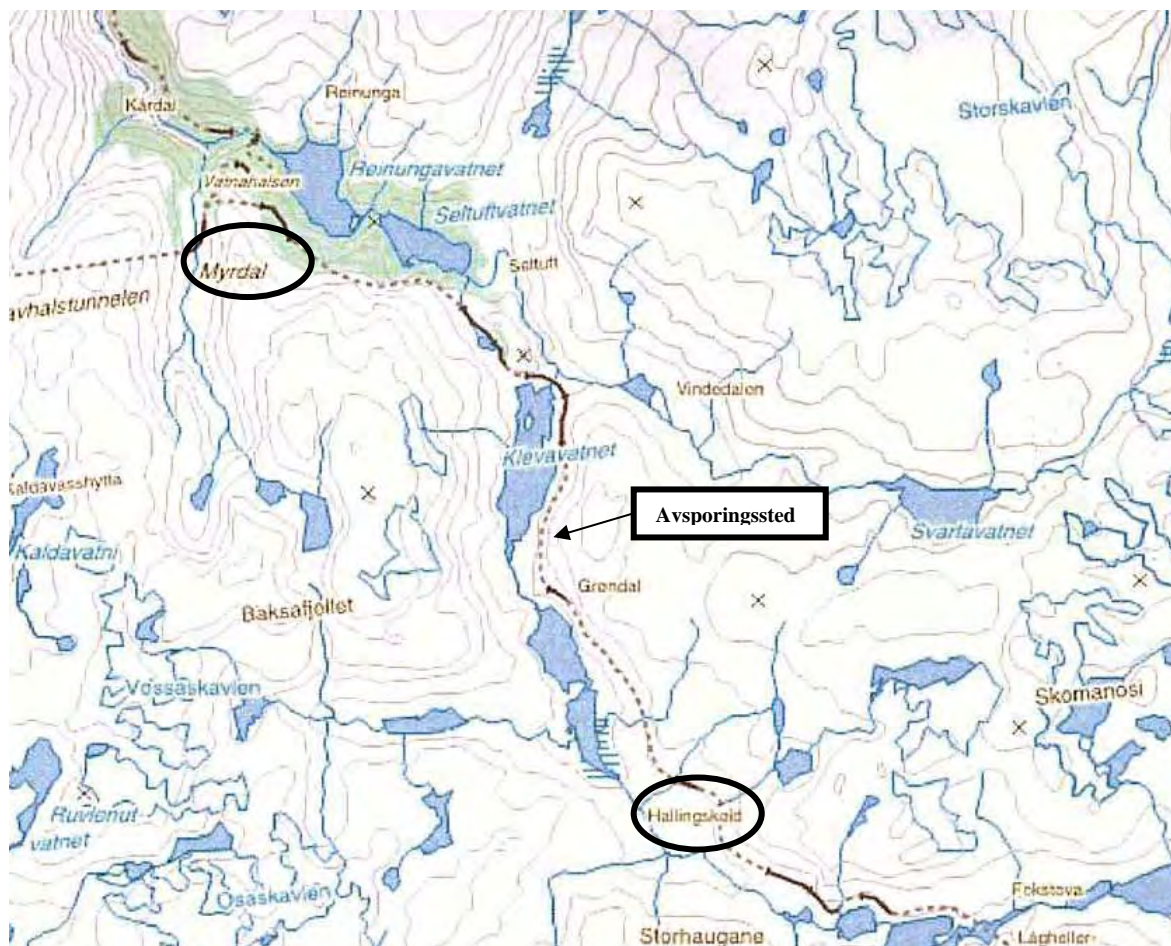
RAPPORT OM

Tognummer:	Tog 62
Involvert materiell:	Interregionaltog Bergen - Oslo
Registrering:	Dobbelt motorvognsett type 73, 73007 og 73002
Eier:	NSB AS
Bruker:	NSB AS
Besetning:	Lokomotivfører mann, 59 år. Ombordansvarlig, mann, 61 år. To servicemedarbeidere, kvinner, 39 og 42 år
Passasjerer:	130
Havaristed:	Bergensbanen ved Storekleven km. 328,5-328,6 mellom stasjonene Myrdal og Hallingskeid.
Havaritidspunkt:	21. februar 2007, kl. 0958

MELDING OM HAVARIET

Vakthavende havariinspektør ved havarikommisjonen ble umiddelbart varslet om avsporingen av vakthavende personale fra NSB AS og Jernbaneverket.

Havarikommisjonen tok selv kontakt med politiets operasjonssentral i Sogn og Fjordane politidistrikt. Det ble på bakgrunn av meldingen bestemt å innlede en forundersøkelse, og 2 havariinspektører reiste umiddelbart til havaristedet sammen med 2 representanter fra Jernbaneverkets uhellskommisjon.



Figur 1: Viser stedet der avsporingen skjedde.

SAMMENDRAG

Den 21. februar kl. 0958 kjørte tog 62 inn i et snøskred ved Storekleven, øst for Myrdal stasjon på Bergensbanen. Toget havnet utenfor sporet med de to forreste vognene. Toget hadde 130 passasjerer og et mannskap på 4. Ingen ble alvorlig skadet. Toget kjørte ut mellom to kontaktledningsmaster uten å skade disse. Dette innebar at toget hele tiden hadde strøm, slik at lys, varme og ventilasjon var inntakt. Denne dagen fulgte det med et ekstra togsett av type 73 som var avstengt. Dette togsettet ble senere benyttet for evakuering av de reisende ut fra skredområdet. Passasjerene ble senere fraktet med Flåmsbanen ned til Flåm stasjon, og transportert videre derfra i busser.

Undersøkelsen viste at det var et flakskred som hadde løst ut og blitt liggende i sporet. Skredet bestod av meget kompakte snømasser. Da toget kjørte inn i snømassene ble toget presset ut mot høyre side på grunn av at toget komprimerte snøen mot fjellsiden samtidig som det sannsynligvis kom snø i inn hjulgrepet til den første boggien. Toget klatret over skinnen og sporet av, kjørte utfor en bratt skråning før det gravde seg ned og stanset i snømassene.

Sporet hadde ikke blitt snøryddet umiddelbart foran tog 62, men et snøryddingstog hadde kjørt ut fra Myrdal stasjon 2 timer og 15 minutter før for å snørydde og visitere

strekningen. En skinnegående lastetraktor (Robeltralle) hadde deretter kjørt over strekningen 1 time og 55 minutter før tog 62.

Begge de ordinære roterende snøryddingsmaskinene (Beilhackene) var ute av drift den aktuelle dagen.

Havarikommisjonen fremmer tre sikkerhetstilrådinger. Disse retter seg mot:

1. Bedre sikring av områdene på høyfjellstrekningen som er utsatt for snøskred.
2. Bedre værvarslingstjeneste på høyfjellet.
3. Bedre kommunikasjon og prosedyrer mellom Jernbaneverket og maskinsentralen angående tilgjengeligheten på snøryddingsmateriell.

ENGLISH SUMMARY

On 21 February, 0958 hr. train no. 62 ran into an avalanche at Storekleven east of Myrdal station on the Bergensbanen line. The first two coaches of the train derailed. The train was carrying 130 passengers and a crew of 4, none of whom was seriously injured. The train ran off the tracks between two overhead conductor masts without damaging them. Consequently, the train had continuous power supply, which meant light and heating were intact. On that day, the train also had an extra separate class 73 unit. This was later used to evacuate the passengers from the avalanche site. The passengers were later taken by railway to Flåm station and transported by bus from there. The investigation showed that snow mass had become dislodged and fallen onto the track. The avalanche consisted of very compact snow masses. When the train run into the snow it was forced out to the right, as it was compressing the snow against the side of the mountain, and it is likely that snow simultaneously dislodged the grip of the wheels of the first bogie. The train climbed over the track, derailed, and shided down a steep slope before burying itself and coming to rest in the snow masses. The track had not undergone snow clearing immediately before train no. 62, although a snow-clearing train had left Myrdal station 2 hours and 15 minutes before train no. 62 in order to carry out snow clearing and visit the line. A Robel track vehicle had then driven along the track 1 hour and 55 minutes before train no. 62. Both normal snow-clearing units (Beilhack) were out of service on that particular day.

AIBN made three overall recommendations:

1. Better protection of sections of mountain railway lines which are vulnerable to avalanches.
2. Better weather forecast services for mountain railway lines.
3. Better communication and procedures between the Norwegian National Rail Administration and their machinery centre with regard to access to snow-clearing materials.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

Onsdag den 21. februar 2007 kl. 0958 kjørte tog 62 inn i et snøskred ved km 328,5 ved Storekleven mellom stasjonene Myrdal og Hallingskeid på Bergensbanen. Toget sporet av med tre vogner. De to forreste vognene havnet utenfor en bratt skråning på høyre side av sporet i togets kjøreretning. Den tredje vognen ble stående på sportraséen, men hadde sporet av med den fremre boggien. De to forreste vognene lå i ca 45° vinkel ut fra sporet og hellet mot høyre side bratt nedover skråningen.

Toget bestod av et dobbelt (2 sett, hver på 4 vogner) motorvognsett type 73, hvorav det bakre togsettet var et avstengt togsett under transport tilbake til Oslo S. Alle togets passasjerer befant seg i det fremre togsettet. Det ble ikke rapportert om fysisk skadde passasjerer, men tre personer ble registrert som noe sjokkskadet. Seks polititjenestemenn var med som reisende i toget og disse tok umiddelbart ansvar sammen med togets ombordansvarlige for å hjelpe passasjerene. Alle passasjerene som satt i de to forreste vognene ble etter kort tid flyttet over til de to bakerste vognene i det avsporede togsettet siden disse vognene, (3 og 4) befant seg på sporet.

Togpersonalet, polititjenestemennene, samt en lokomotivfører som var med som passasjer, gjorde en formidabel innsats med å hjelpe alle passasjerene over til de to bakre vognene i det avsporede togsettet. Politiet samlet inn personalia over alle passasjerene og førte passasjerlister.



Figur 2: Togets 2 fremste vogner sporet av og havnet utenfor sporet.

Toget kjørte utenfor sporet mellom to kontaktledningsmaster slik at kontaktledningsanlegget ikke ble skadet. Dette resulterte i at toget fortsatt hadde strøm slik at både lys, varme og ventilasjon hele tiden var inntakt i alle vognene.



Figur 3: Toget sporet av og kjørte ut mellom to KL-master uten å skade disse.

Etter hvert ble det bestemt at passasjerene skulle flyttes over i det avstengte togsettet som fulgte med. Med hjelp av polititjenestemennene ble alle passasjerene flyttet over i dette togsettet som fulgte med som vognene 5, 6, 7 og 8 i toget. Deretter ble all bagasje flyttet over. Passasjerene fikk mat og varm drikke fra det som var tilgjengelig i bistrovognene mens de ventet på å bli berget ut fra området.

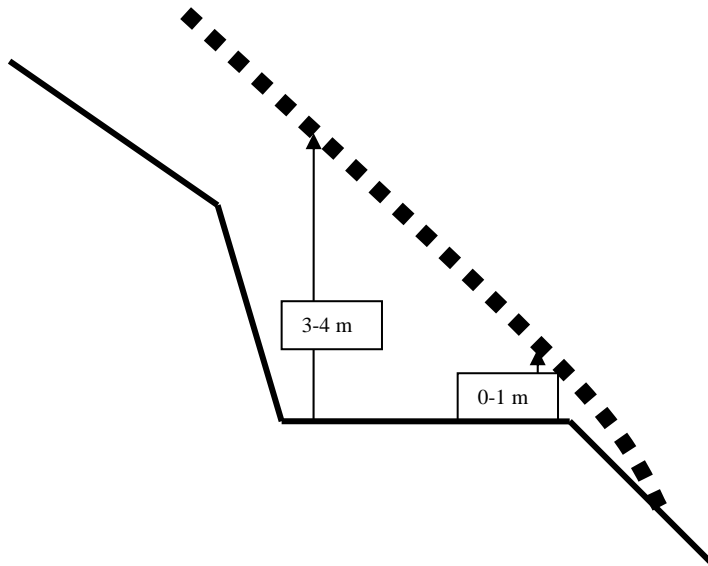
Det bakre togsettet var ikke skadet av avsporingen og ble senere koblet fra det avsporede togsettet. Denne operasjonen tok tid da det viste seg å være noen vanskeligheter med å få løsnet koblingen mellom de to togsettene. Etter frakoblingen klarte ikke toget å komme løs fra snømassene ved egen hjelp. Et EL17 lokomotiv kom til unnsetning fra Flåmsbanen og trakk toget løs ved hjelp av et hjelpekobbel og kjørte inn til Myrdal stasjon. Banemannskapene som tilfeldigvis var på Myrdal stasjon hjalp til med dette.

Togsettet ankom Myrdal stasjon kl. 1359, 4 timer etter at avsporingen hadde skjedd. Her gikk passasjerene over i et tog som fraktet dem videre ned til Flåm stasjon. Personale ved Vatnahalsen hotell hadde smurt matpakker til alle passasjerene og disse ble utlevert på toget mellom Myrdal og Flåm.

Alle passasjerene var evakuert til Flåm stasjon ca kl. 1530. Busser var rekvirert og disse fraktet passasjerene videre. De siste passasjerene forlot Flåm stasjon i buss kl. 1645.

1.2 Snøskredet

To havariinspektører fra SHT ankom havaristedet samme dag kl. 2015. Sammen med to representanter fra Jernbaneverkets uhellskommisjon ble det registrert at det var meget komprimerte og massive snøforhold i skredmassene i sporet. Det syntes tydelig at skredet var størst på venstre side i sporet i togets fartsretning og skrådde bratt mot mindre snømengder på høyre side.



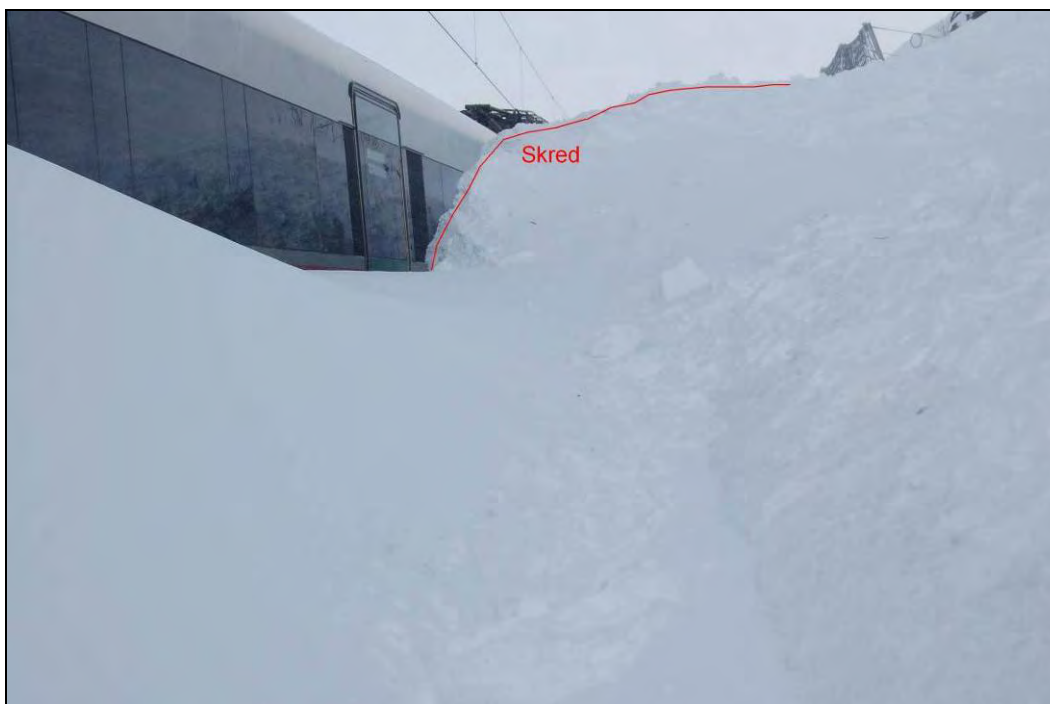
Figur 4: Viser snøskredets profil i sportraséen sett i togets kjøreretning

Snøskredet ble av skredekspert fra NGI ikke kategorisert som spesielt stort (ca. 1000 m²), men som følge av skredets snøtetthet og hvordan det ble liggende i sporet var dette maksimalt ugunstig sett i sammenheng med togets sammenstøt med skredet. Snømassene i skredet bestod av meget komprimert og hardpakket snø. Store deler av skredet ble liggende i sporet. Skredet var 3 - 4 meter høyt på venstre side og lå inntil en bergvegg og avtok skrått til under 1 meter på høyre side i sporet som vendte ut mot en skråning (se figur 04). Snøtettheten ble anslått til å være ca 500-600 kg pr m³. Ryddemannskapet som fjernet snøen i skredet opplyste at fastheten i snøen som lå i sporet var sitat: ”*som betong*”.

Erfaringer fra tidligere snøskred som har havnet i sporet viser at mindre snøskred enn dette også hadde ført til at tog har sporet av. Eksempler fra tidligere avsporinger beskrives i kapittel 1.21.2.

I følge skredrapport fra NGI antas det at skredet kan ha løst ut like før tog 62 passerte.

Banepersonale med lang erfaring som var lokalkjent på strekningen kunne opplyse at skredområdet ved Storekleven ikke tidligere hadde vært utsatt for snøskred, men ca 100-200 meter mot snøoverbygget i retning mot øst hadde det tidligere gått snøskred.



Figur 5: Viser høyde på snøskredet sett mot togets kjøreretning

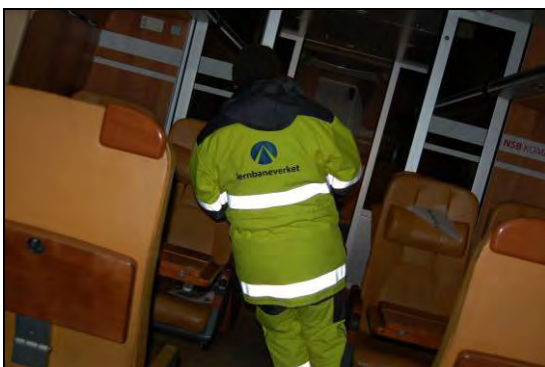
1.3 Personskader

Det ble ikke rapportert om fysiske skader annet enn mindre støtskader. Tre passasjerer ble rapportert lettere sjokkskadet, og en fra ombordpersonalet hadde pådratt seg brist i et ribben.

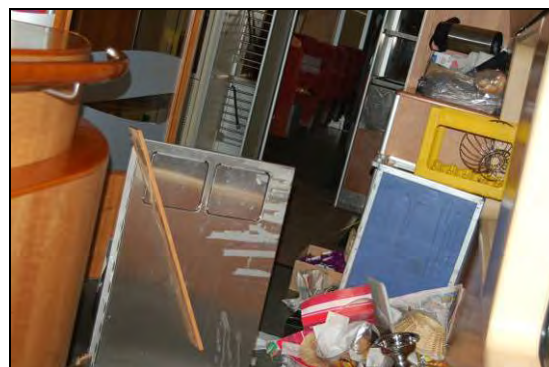
Tabell 1: Personskader

Skader	Besetning	Passasjerer	Andre
Omkommet			
Alvorlig			
Lett	1	3	
Ingen	3	127	

1.4 Skader på involvert materiell



Figur 6: Viser hvordan de to fremste vognen hellet mot høyre side.



Figur 7: Viser innvendige skader fra bistrovognen.

Det fremre togsettet hvor alle passasjerene befant seg var individnummer 73007. Det bakre togsettet var avstengt for reisende og hadde individnummer 73002. Dette settet ble ikke skadet.

Det hadde løsnet utstyr inne i bistrovognen i togsett 73007. Ellers var det ingen skader innvendig i togsettet.

Fronten på det fremre togsettet hadde gravd seg dypt ned i snøen. Det var derfor ikke mulig for havarikommisjonen å få kartlagt hvilke skader som var i fronten på toget. Dette ble først gjort da toget ble berget i en omfattende bergningsaksjon ved hjelp av store mobilkraner, helgen 5. og 6. mai 2007. Havarikommisjonen var da til stede med to havariinspektører.

Avsporingen skjedde i store snømengder og det oppstod kun noen skrapeskader langs høyre nedkant på de to første vognene som sporet av. Dette skjedde da toget hadde forlatt sporet og knust noen elementer på den langsgående kabelkanalen på høyre side av sporet i togets kjøreretning. Begge frontlukene foran kobbelet var slått inn (se fig. 12).

Togsettet ble for øvrig påført noen skader under bergingsaksjonen.



Figur 8: Kabelkanalen langs med høyre side av sporet ble ødelagt.



Figur 9: Det oppstod bare mindre skader langs nedre del på høyre side i de to vognene som sporet av.

1.5 Skadebeskrivelse av infrastruktur og kjørevei

1.5.1 Skader på infrastruktur

Skredet medførte i seg selv ingen skader på sporet, men da toget sporet av ble flere betongelementer i den langsgående kabelkanalen knust da toget kjørte over disse (se figur: 08). En fiberkabel som lå i kabelkanalen ble også ødelagt, men en ny kabel ble lagt forbi skadestedet og skjøtet inn på den eksisterende noen dager senere. Det oppstod ingen andre skader på sporet.

1.5.2 Miljøskader

Det skjedde ingen utslipp eller andre miljøskader i eller utenfor banelegemet på grunn av avsporingen.

1.6 Omgivelser/stedsbeskrivelse

Avsporsingsstedet var på et vanskelig tilgjengelig område på strekningen over høyfjellet. Høyden var 955 meter over havet. "Rallarveien" går ca 100 meter på nedsiden av avsporsingsstedet, men veien blir ikke brøytet om vinteren. Sporet lå åpent på en fylling i terrenget mellom 2 snøoverbygg. Avsporingen skjedde på en rett strekning like etter en slakk venstrekurve og det var bratt fylling med ca 45° helling på høyre side i togets kjøreretning. Terrenget på venstre side var noe kupert og hadde omtrent samme vinkel oppover. Raset hadde blitt utløst i dette området.

Det hadde tidligere stått en vokterbolig like nedenfor sporet i forlengelsen av der raset stoppet. Det var bare rester av grunnmuren igjen av denne boligen, ellers var det ingen bebyggelse i området.

1.7 Andre skader

Det oppstod ikke andre materielle skader.

1.8 Personellinformasjon

Lokomotivføreren er mann, født i 1947 og ansatt i NSB siden 1963. Han har typegodkjenning på det involverte materiell type 73, samt El 17, El 18, og type 69. Han har de nødvendige godkjenninger innen sikkerhetstjeneste, strekningskunnskap og helsekontroll. Lokomotivføreren var rutinert og hadde god kjennskap og lang erfaring med kjøring over høyfjellstrekningen på Bergensbanen. Han hadde i 2 år vært lokomotivfører i snøryddingsberedskapen på høyfjellstrekningen, og hadde godkjenning og betjente alle forskjellige typer snøryddningsmateriell. Han hadde også i 9 år vært lokomotivinspektør og lokomotivleder.

Ombordansvarlig, en mann, født i 1945 og ansatt i NSB siden 1963. Ombordansvarlig har nødvendige godkjenninger innen sikkerhetstjeneste, strekningskunnskap og helsekontroll, og er typegodkjent på det involverte materiell type 73, type 69 og type 70, samt vognmateriell B3, B5, B7 og WLAB2 og er autorisert for denne type tjeneste.

I tillegg var det to servicemedarbeidere med toget. Begge hadde godkjent sikkerhetstjeneste og helsekontroll, og var godkjente på det involverte materiell type 73.

Tabell 1: Tjeneste lokomotivfører

Dato:	Dato:	Dato:
Tjeneste: 19.02 2007, kl. 1129 - 1925	Tjeneste: 20.02 2007, Fri	Tjeneste: 21.02 2007, kl. 0715 – 1915 Pause i tiden 1129 - 1347 Avsporingen inntraff kl 0958

Tabell 2: Tjeneste ombordansvarlig

Dato:	Dato:	Dato:
Tjeneste: 19.02 2007, Fri	Tjeneste: 20.02 2007, kl. 1505 - 2252	Tjeneste: 21.02 2007, kl. 0709 - 1454 Avsporingen inntraff kl 0958

1.9 Rullende materiell

Toget bestod av dobbelt togsett type 73, og var sammensatt av togsettene 73007 og 73002. Togtypen har aktiv krenning. Vekten på hvert togsett er 215, 1 tonn og lengde 106,6 meter. Total lengde på toget var 213,2 meter. Total vekt på toget var 430,2 tonn. Største tillatte kjørehastighet er 210 km/h. Hvert togsett har sitteplasser for 206 passasjerer.

Det avsporede togsettet bestod (i kjøreretningen) av vognene: BM 73007, BFR 73807, BMU 73807 og BFM 73107. Det bakre togsettet 73002 var ikke skadet.

Vurdering av type 73s egenskaper i snø er foretatt og beskrevet i vedlegg B, rapport fra Interfleet: Teknisk utredning, Rapport avsporing Type 73, Storekleven 2007-12-04.

1.10 Infrastruktur og kjørevei

I avspøringsområdet går sporet ca 400 meter i åpent terreng mellom to snøoverbygg. Sporet er enkeltspor og består av betongsviller med skinnevekt 49 kg/m. Skinnebefestigelsen er av type pandrolklemmer. Strekningen er elektrifisert og KL-anlegget består av stålmaster. Sportraséen ligger 955 m.o.h. og har liten fall/stigning på stedet. Sportraséen har en slakk kurve mot høyre, 100 meter før avspøringsstedet. På avspøringsstedet går sporets trasé rett inn mot snøoverbygget. Om vinteren er stedet uframkommelig på annen måte enn med jernbanen, da veien ikke blir brøytet. Om sommeren går "Rallarveien" ca 100 meter på nedsiden av sporet og er åpen for syklist.



Figur 10: Viser det avsporede togsettet etter at det bakre togsettet hadde blitt fjernet. På bildet sees også de to KL-mastene som toget kjørte ut mellom.

Den normale strekningshastigheten er 70 km/h i retning mot øst og 60 km/h i retning mot vest. På grunn av snøskredfaren er største hastighet på strekningen om vinteren 50 km/h i retning øst. I retning vest er hastigheten 40 km/h.

Det var ingen skredsikring i form av snøskjermer eller snøoverbygg på stedet der snøskredet hadde gått. Det hadde i senere tid blitt montert gjerder av wirenett på km. 328,8 litt vest for rasstedet, men dette var satt opp for å fange opp eventuelle steinras.

Kl. 0736 kjørte et Di3 lokomotiv med sporrenser ut fra Myrdal stasjon i retning Hallingskeid for snørydding og visitasjon av strekningen. Kl. 0756 kjørte et arbeidstog (Robel med henger) ut fra Myrdal stasjon. Denne ankom Hallingskeid stasjon kl. 0812. Snøryddingslokomotiv Di3 hadde kjørt ut fra Myrdal stasjon 2 timer og 22 minutter før tog 62 sporet av i snøskredet.

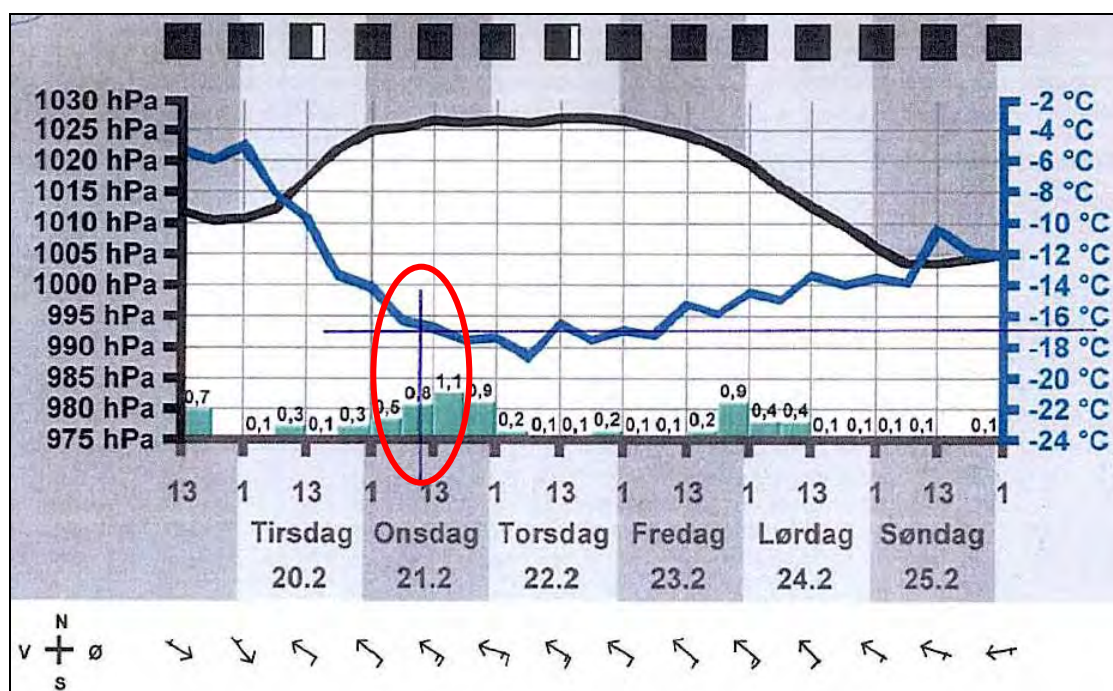
Jernbaneverket har to stk. Beilhacker (skinnegående roterende snøryddingsmaskiner) som rutinemessig blir benyttet til å holde sportraséen fri for snø. Begge Beilhackerne hadde hjulproblemer den dagen og var ute av drift på avsporingdagen. En stod på verksted i Oslo, mens den andre stod på verkstedet på Voss.

1.10.1 Tilstand og funksjon på sporteknisk anlegg.

Det ble ikke funnet noen feil på det sportekniske anlegget, og det hadde derfor ingen utløsende effekt for hendelsen.

1.11 Været

Værforholdene ved tidspunktet for avsporingen var sterk vind og temperaturen var -17 °C. Foregående dag hadde det vært mildvær med + 2 °C. (Opplysninger gitt av personalet på Vatnahalsen hotell som ligger ca 5 km fra avsporingstedet). Været hadde i løpet av natten slått om fra mildvær til sterk kulde og sterk vind. Vindretningen var fra sydøst og det var lett snøfall, men med føykesnø så sikten var meget dårlig. Værstasjonen på Finse meldte om gunstigere vindforhold (7m/s), men det er kjent at når det er sydøstlig vindretning er ofte værforholdene vesentlig kraftigere vest for Finse. Det finnes ikke vinddata fra strekningen mellom Myrdal og Finse. Vindmåleren på Myrdal stasjon var ute av drift den aktuelle dagen.



Figur 11: Meteogram fra Finse som var den nærmeste meteorologiske målestasjonen. Denne viser at temperaturen falt kraftig i tidsrommet før avsporingen skjedde. Det viser også nedbør og sterk vind fra sydøst.

Lokomotivføreren opplyste at da toget kjørte opp Raundalen var det god sikt, og det var ikke engang behov for å benytte togets vindusviskere. På Myrdal stasjon føyket det en del. Etter at toget hadde kjørt ut fra Myrdal stasjon og passert tunnelene ved Reinunga, endret været umiddelbart karakter og det var nærmest ingen sikt. Det var en del snøfokk og skavler i sporet og toget sluret noe, men hadde god kontakt med sporet. Da toget kom ut fra snøoverbygget var det ingen sikt, og lokomotivføreren merket kort tid etter at han sitat: *kjørte inn i noe hardt, og togets hjul "gikk på flensene"*. Han merket at toget gikk utfor sporet og tok nødbrems. Han skjønnte umiddelbart at toget hadde kjørt inn i store snømengder, men var ikke på det tidspunktet klar over at det var et snøskred.

I tillegg til snøskredet som toget sporet av i, gikk det ytterligere to snøskred over sporet i området like etter at avsporingen hadde skjedd. Et lokaltog kjørte seg fast i snøen ved Upsete stasjon. Denne stasjonen ligger vest for Myrdal. Bergningstoget som var på vei fra Oslo, samt et lokomotiv type en Di 3 kjørte seg også fast mellom stasjonene Hallingskeid og Myrdal da de var på vei til avsporingssstedet. Dette beskriver de vanskelige og raskt skiftende værforholdene som var denne dagen. Vindretningen var fra øst, noe som vanligvis gir værharde forhold på strekningen mellom Fagernut og Myrdal, hvor avsporingen skjedde. Denne dagen var det kuling med storm i kastene.

I samtaler med rutinert banepersonale med god lokalkunnskap og som kjente godt til værforholdene på høyfjellet ble det opplyst at det siden midten av 90-tallet hadde vært lite ekstremt vintervær, med forholdsvis snøfattige vintre.

På grunn av de vanskelige værforholdene, samt den store skredfaren måtte bergningsarbeidet med å fjerne det avsporede togsettet utsettes og startet først søndag den 25. februar. Etter at sporet var ryddet og vogn nr. 2 var skjøvet vekk fra linjen ble strekningen åpnet for togtrafikk mandag 26. februar kl.2200.

1.12 Værstasjoner

Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI) har værstasjoner på Finsevatn og Mjølfjell. På strekningen mellom Finse og Myrdal finnes ingen værvarslingsstasjoner, med unntak av den som Jernbaneverket har på Myrdal stasjon. Denne måler nedbør og vindstyrke, men vindmåleren var midlertidig ute av drift på avsporingdagen.

I ettertid har havarikommisjonen fått opplysninger om at Jernbaneverket vurderer å benytte basestasjoner som tidligere var i bruk for vedlikeholdsradio på strekningen Finse – Myrdal, til å installere værmeldingsstasjoner på denne strekningen.

1.13 Trafikkledelse og signalsystem

Stedet hvor avsporingen skjedde er fjernstyrt fra Bergen trafikkstyringssentral. Denne er utstyrt med elektronisk fjernstyringssystem type JZA-711. Sikringsanlegget mellom stasjonene er automatisk linjeblokk med reléanlegg. Myrdal stasjon har stillverk type NSI 63 og Hallingskeid stasjon har stillverk type NSB 78. Det er ikke blokkpost mellom stasjonene Myrdal og Hallingskeid, en strekning på 13 km.

Strekningen er utstyrt med baliser og har D-ATC. Det vil si at det kun er signalene som er tilknyttet ATC-systemet. Togets hastighetsovervåking er ikke tilknyttet ATC-systemet på strekning med D-ATC.

Det var ikke montert rasvarslingsanlegg på stedet.

Togleder ble umiddelbart ringt opp av lokomotivføreren etter avsporingen og iverksatte full varsling av politi, redningsetatene, samt intern varsling i Jernbaneverket og til NSB.

1.14 Kommunikasjonskanaler

Pågående arbeider eller forhold ved infrastrukturen som på noen måte berører togfremføringen, bekjentgjøres normalt til personalet gjennom T-sirkulærer. Disse utgis av toglederområdene, utkommer ukentlig og er sortert på banestrekninger. Andre forhold knyttet til togfremføringen bekjentgjøres på S-sirkulære og utgis av trafikkansvarlig

instans i Jernbaneverket for ruteområdene. Kjøring og innstilling av tog bekjentgjøres på ruteordre og utgis av de enkelte toglederområdene. Plutselig oppståtte forhold kan også meldes telefonisk til lokomotivfører av togleder.

Tog 62 var utstyrt med 2 stk mobiltelefoner type OPH i GSM-R nettet, Scannet togradio og konduktørradio. All kommunikasjon mellom togets lokomotivfører og togledelse, samt DROPS i Oslo foregikk på GSM-R nettet, unntatt den første alarmeren til togledelsen i Bergen som ble foretatt som nødansrop fra togradioen. Kommunikasjonen mellom lokomotivfører, ombordansvarlig og det øvrige ombordpersonalet foregikk via konduktørradio.

NSB AS benytter et telefonsystem som kalles MoT (mobilt tognummer). Toget kan kontaktes ved å ringe tognummeret i kombinasjon med en kode. I perioden etter at ulykken inntraff ble lokomotivføreren ringt opp av leder, kollegaer, verneombud, helsetjenesten og en rekke aviser og TV-stasjoner. Dette virket meget forstyrrende inn på det viktige arbeidet ombordpersonalet hadde.

1.14.1 Organisasjon og ledelse

Ved avsporingstidspunktet var det tilfeldigvis en Robel med et mannskap på 5 banearbeidere til stede på Myrdal stasjon. Disse tok umiddelbart del i redningsarbeidet. Mannskapet var ikke oppsatt i snøberedskap på Myrdal, men hadde dagtjeneste og hadde kjørt ut fra Voss stasjon i retning Myrdal på morgenen. Det var ikke oppsatt beredskapsstyrke med stasjonering på Myrdal stasjon i 2007. Havarikommisjonen har fått opplysninger om at det under vinteren 2008 er gjeninnført vinterberedskap med 3 vaktlag stasjonert på Myrdal.

1.14.2 Lover og forskrifter

Lov av 11. juni 1993 nr. 100 om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven).

Forskrift av 19. desember 2005 nr. 1621 ”Krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet (sikkerhetsforskriften)”.

Forskrift av 16. desember 2005 nr. 1490 ”Lisens, sikkerhets sertifikat og om tilgang til å trafikere det nasjonale jernbanenettet, samt om sikkerhetsgodkjenning for å drive infrastruktur (lisensforskriften)”.

Forskrift av 18. desember 2002 nr. 1678 ”Krav til helse for personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafiksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (helsekravforskriften).

Forskrift 18. desember 2002 nr. 1679 ”Opplæring av personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafiksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (opplæringsforskriften)”.

Forskrift 7. februar 2005 nr. 113 ”Krav til kompetanse og autorisasjon for førere av trekraftkjøretøy på det nasjonale jernbanenettet”.

Dette er overordnede krav og reguleringer for de som bl.a. driver og opererer jernbane i Norge.

1.14.3 Operative regler for Jernbaneverket

JD 500-serien er Jernbaneverkets tekniske regelverk og beskriver blant annet generelle tekniske krav til sporets overbygning og underbygning og skredsikring.

Jernbaneverket har innført 3 beredskapsnivåer for vær, med rød/gul/grønn beredskap. Rød beredskap innebærer stenging av banen, mens gul gir redusert kjørehastighet. Grønn beredskap iverksetter økt visitasjon.

1.14.3.1 *Snørydding / beredskap*

Jernbaneverket Region Vest har en vinterberedskapsplan som beskriver ansvarsforhold, beredskapsnivå, kvalitetskrav, værprognoser, tiltak og prioriteringer på hvordan vinterberedskap skal utføres.

Vedlikeholdshåndbok Dok. nr. 1B-VE- Prosedyrer, kapitel: P-7.4.4 dato: 01.08.05 beskriver Prosedyre for tiltak ved ugunstige vær-situasjoner. Denne beskriver stort sett vanskelige situasjoner ved snøsmelting og jordras, men ikke forholdene ved snøskred.

I vinterberedskapsplanen beskrives blant annet sitat: *Gjennomgående snørydding/visitasjon kjøres hver dag før tog 62.*

På avsporingdagen kjørte snøryddingslokomotiv Di3 ut fra Myrdal stasjon 2 timer og 17 minutter før tog 62.

1.14.3.2 *Skredsikring*

Skredsikring foregår enten ved bruk av snøskjermer eller ved snøoverbygg. Jernbaneverkets regelverk for underbygging beskriver utførelse av dette i JD 520 kap.10.

Regelverket inneholder ikke krav til hvor eller når snøoverbygg skal settes opp. Dette avgjøres på bakgrunn av lokalkunnskap om hvor det har vært problemer med å holde linjen åpen på grunn av snømengder. Utformingen av byggene baserer seg også på erfaring opp gjennom årene, og de fleste bygg som er prosjektert av konsulenter er utformet etter Jernbaneverkets krav, dette gjelder både type bygg og dimensjonering. Mange bygg er utformet og bygget av Jernbaneverket selv.

Det var ingen skredsikring i form av snøskjermer eller snøoverbygg i området der avsporingen skjedde.

1.14.3.3 *Faregrad for skredvarsling*

Jernbaneverket hadde avtale med DNMI og NGI om varsling om vær-situasjon og skredfare. Varslene deles inn i følgende fem faregrupper:

- Faregrad 1 = Liten skredfare
- Faregrad 2 = Moderat skredfare
- Faregrad 3 = Markert skredfare
- Faregrad 4 = Stor skredfare
- Faregrad 5 = Meget stor skredfare

Siste varsel fra NGI før avsporingen var faregrad 3 for snøskred. Dagen før var det varslet faregrad 2.

Jernbaneverket beskriver at varsel av faregrad 3 (eller lavere) normalt ikke innebærer stenging av Bergensbanen. Hvis faregrad 3 skulle bety stenging ville det i praksis si at banen ville være stengt store deler i tidsrommet januar – mars. Ved varsel om faregrad 4 fra NGI foretas en fortløpende vurdering i hvilken grad trafikkavvikling skal foregå.

1.14.4 Arbeidsorganisasjon og ordreveier

1.14.4.1 *Infrastrukturforvalter Region Vest, Forvaltning*

Jernbaneverket Infrastrukturforvaltning Region Vest v/banesjefen (IRV Forvaltning) er eier og forvalter av Bergensbanen og ansvarlig for at infrastrukturen er i teknisk foreskrevet stand. IRV Forvaltning har inngått en vedlikeholdsavtale med Jernbaneverket Infrastruktur Vest Drift (IRV Drift). Avtalen pålegger IRV Drift å utføre arbeidene i henhold til det tekniske regelverket. IRV Forvaltning har prekvalifisert IRV Drift som en totalleverandør av tilsyn og vedlikehold på Bergensbanen. Banesjefen bistås av strekningsledere som igjen har sine oppsynsmenn.

1.14.4.2 *Infrastrukturforvalter Region Vest, Drift*

Infrastrukturforvalter Region Vest, Drift (IRV Drift) v/driftsjefen er ansvarlig for at kontroll og vedlikehold blir gjennomført i henhold til regelverket. Driftssjefen bistås av tre strekningsledere. Disse er prosjektledere for sine respektive strekninger og for arbeidene som utføres. Strekningslederne leder fagarbeidere og anleggsledere. Fagarbeiderne kan benyttes i hele Region Vest, mens anleggslederne skal være lokalkjent på den strekningen de arbeider på for å kunne ha en god dialog med visitasjonspersonalet. Strekningsvisitasjonen utføres av fast personale som skal være godt kjent på strekningen slik at de hele tiden kan følge trender og utvikling og ha dialog med anleggslederne.

1.14.4.3 *Ordreveier*

Frem til mai 2007 var det IRV Forvaltning som selv foretok kontroll og visitasjon av linjen. Fra mai 2007 ble dette overført til IRV Drift som dermed har totalansvaret for tilsyn og vedlikehold av Bergensbanen. IRV Drift har som totalleverandør rett til å stenge eller redusere kjørehastigheten på en jernbanestrekning om de ved visitasjon oppdager feil eller mangler som kan være en fare for togfremføringen og som ikke kan utbedres umiddelbart. IRV Forvaltning har selv oppsynsmenn som har oppfølging av den enkelte banestrekning. IRV Drifts strekningsledere og IRV Forvaltnings oppsynsmenn har den løpende oppfølging av og oversikt over banens tilstand. Disse to seksjonene har løpende dialog og ansvaret for at tilsyn og vedlikeholdsrutiner følges. Andre feil eller mangler meldes til IRV Forvaltning for videre oppfølging. IRV Forvaltning kan om nødvendig overprøve IRV Drifts vedtak om stengning og gjenåpning av banen.

1.14.4.4 *Beredskapsledelse / Informasjonsflyt*

Umiddelbart etter at avsporingen ble meldt, bemannet Jernbaneverket beredskapsrommet på Bergen stasjon, og opprettet taktisk beredskapsledelse sammen med representanter fra NSB i region vest som også var til stede. NSB utførte taktisk beredskapsledelse fra Oslo ved at NSB Driftsoperative senter (DROPS) fikk beskjed om straks å opprette taktisk beredskapsledelse (TBL).

1.14.5 Kompetansekrav for involvert personale i Jernbaneverket

Personalet som skal ha det daglige tilsyn og vedlikehold av en jernbanestrekning skal være utdannet i henhold til Jernbaneverkets opplæringsplan for banemontør, ha godkjent sikkerhetsprøve og helsekontroll, samt ha gjennomført Jernbaneverkets nødvendige opplæring for å arbeide på høyfjellsstrekninger. Snøryddingstjenesten setter store krav til lokalkunnskap på høyfjellsstrekningen med de utfordringer dette arbeidet medfører, og forutsetter at personalet er i god stand til å utføre dette.

1.14.6 Kompetansekrav for involvert personale i NSB

Lokomotivførere skal, i tillegg til å ha gjennomført lokomotivføreropplæring i henhold til Forskrift 7. februar 2005 nr. 113, ha gjennomført typekurs på gjeldende materiell, nødvendig strekningskunnskap, opplæring i interne prosedyrer, godkjent sikkerhetsprøve og helsekontroll og ha gjennomført kurs i NSB AS interne nødprosedyrer.

Ombordansvarlig og øvrig konduktørpersonale skal ha gjennomført NSBs konduktørutdanning, ha opplæring i de generelle trafiksikkerhetsbestemmelsene og NSB AS interne prosedyrer, ha opplæring og godkjenning på gjeldende materielltype, ha godkjent sikkerhetsprøve og helsekontroll og ha gjennomført kurs i NSB AS interne nødprosedyrer.

1.14.7 Håndbøker og materiellprosedyrer

Havarikommisjonen har ikke fått opplysninger om det finnes spesielle håndbøker som er relevante for denne ulykken.

1.14.8 Regler for vedlikehold av rullende materiell

Vedlikeholdet på type 73 togsettene i tog 62 var i orden og hadde ingen betydning for avsporingen.

Jernbaneverket opplyser at man ikke hadde fastsatt krav til tilgjengelighet på snøryddingsmateriellet. På avsporingstidspunktet var begge Beilhackene ute av drift. Jernbaneverket vurderte dette til å ikke ha avgjørende betydning for muligheten for å holde banen åpen på avsporingdagen. Havarikommisjonen har fått opplysninger om at det nå er tatt inn krav til tilgjengelighet til snøryddingsutstyret i avtalen med maskinforvalteren.

1.14.9 Regler for vedlikehold av infrastruktur

Vedlikeholdshåndbok Dok. Nr. 1B-Ve – Prosedyrer kapittel: P-7.4.4 Dato 01.08.05 omhandler Prosedyre for tiltak ved ugunstige vær-situasjoner.

Jernbaneverket Region Vest har utarbeidet Vinterberedskapsplan for Bergensbanen og Sørlandsbanen, Datert 24.11.2005. Denne beskriver ansvarsforhold, prioritering med snørydding, beredskapsnivå og personell/materielloversikt på de forskjellige strekningene.

1.14.10 Operative regler for NSB

NSB AS interne prosedyrehåndbok P-60-01, (Gyldig fra 15.07.2002) Kapittel 12 Beredskap / Nødprosedyrer, Punkt 9. beskriver hvordan togpersonalet skal forholde seg under sammenstøt / avsporing.

Punkt 7.4.3 definerer de forhold som må vurderes ved en evakuering. Her nevnes som punkt en sikring av nabospor, deretter vindretning, bruk av lysstaver og rømningsenor, etablering av samleplass og bruk av rømningsmaske.

Punkt 7.4.3.1 utpeker ombordansvarlig som ansvarlig leder for evakueringen og for samleplassen. Utvendig evakuering skal ikke starte før ombordansvarlig gir tillatelse til dette.

NSB AS prosedyrehåndbok P-60-01 ble fra 15.04.2007 erstattet med NSB AS TS-håndbok. (Trafikksikkerhetsbestemmelser for togpersonalet i NSB AS) TS-håndbokens kapittel 11, beskriver Nødprosedyrer / Beredskap.

1.14.11 Nødutstyr

Nødutstyr som varmeovner og parafin til disse, samt pledd og termosekker finnes på stasjonene Myrdal, Hallingskeid og Finse. Det er Jernbaneverket som skal vedlikeholde og administrere dette. Når det gjelder tilbringertjeneste for nødutstyr er dette stort sett basert på Røde Kors og frivillige hjelpemannskaper med snøskutere. Under en katastrofeøvelse i etterkant av avsporingen stilte ca 50 frivillige med snøskutere opp.

Togsett type 73 har ikke nødvarmeutstyr om bord i togene.

1.14.12 Signalsystem / ATC

Det er ingen dokumenter, prosedyrer og dokumenterte gjøremål som gjelder signalsystem og ATC som har hatt betydning for hendelsen.

1.14.13 Rullende materiell

Det ble etter ulykken fra forskjellig hold stilt kritiske spørsmål om hvorvidt togsett av type 73 egnet seg for kjøring på høyfjellstrekningen på Bergensbanen. NSB hadde før Type 73 ble satt i trafikk på Bergensbanen gjennomført tester med vinterkjøring og sammenstøt med snømasser i sporet. Ut fra disse testene ble det gitt godkjenning av Statens Jernbanetilsyn for kjøring med tog type 73 på Bergensbanen.

Havarikommisjonen har benyttet seg av eksterne konsulenter til å undersøke type 73s vinteregenskaper og å vurdere dette opp mot annet relevant togmateriell. Deres rapport ligger ved som vedlegg B til denne rapporten og konkluderer med følgende:

Sitat fra rapporten:

Avsporing antas å ha skjedd som følger: Toget kjører inn i skredet. Frontskjørtet legger igjen et knapt 20 cm tykt snølag med meget hardpakket snø. Denne snøen går inn i hjulgrepet og løfter hjulet på første aksel så høyt at flens klatrer over skinnkant. På grunn av skredets helling og terrenget så blir sidekraften mye

større på frontens venstre side enn den høyre. Første aksel sporer av til høyre og drar med seg de øvrige akslene på vogn 1, hele vogn 2 og første boggi på vogn 3.

Skredet var såpass kompakt og høyt på venstre side at også annet materiell dvs. El 18, El 17 og andre tunge lokomotiv trolig ville fått betydelige problemer. På grunn av skredets skjevhet ville sidekreftene blitt store og det ville vært risiko for avsporing selv om lokomotiv rydder snø noe nærmere skinnegang og lokomotiv har en større aksellast.



Figur 12: Fronten på togsett 73007 viser de to lukene som ble slått inn under sammenstøtet med snøskredet.



Figur 13: Avstanden fra frontskjørt og ned til skinnen er ca 20 cm. Et jern er festet i underkant av frontskjørtet.

1.14.14 Lokfører/ombordansvarlig

Lokomotivføreren hadde før toget kjørte fra Bergen stasjon sjekket tekst-TV for å se hvilket vær som var forventet over høyfjellet. Det ble meldt om kuling og til dels storm over fjellet, så han forventet noe ruskevær, men oppfattet det ikke til å være ekstreme værforhold, men snarere forhold som kunne forventes på høyfjellsstrekningen.

Han opplyste at været plutselig endret karakter etter at toget hadde kjørt fra Myrdal stasjon. I det toget kom ut fra snøoverbygget ved Storekleven var det ingen sikt. Dette er ikke uvanlig da lufttrykket foran toget virvler opp snø når det kommer ut fra snøoverbygg. Like etter merket han at togets hjul "klatret" og toget forlot sporet og stanset i en skråning.

Lokfører tok kontakt med ombordansvarlig umiddelbart etter at han hadde varslet togleder og meldt at toget hadde sporet av. De reisende ble informert av togets lokomotivfører og ombordpersonale fortløpende via togets høytalersystem underveis i evakueringen. Det ble ikke registrert noen panikk blant de reisende, selv i de to forreste avsporede vognene var det forholdsvis rolig. På grunn av de avsporede vognenes hellingsvinkel både framover og sideveis, var det meget vanskelig å ta seg fram gjennom de to forreste vognene.

1.14.15 Samtaler med involvert personell.

Samtaler med banepersonale som var involvert i redningsaksjonen, lokalkjent brøytemannskap og annet personale ble gjennomført på Myrdal stasjon dagen etter avsporingen.

Samtale med lokfører ble gjennomført i Bergen. 26.02.2007 og ga havarikommisjonen en nyttig gjennomgang av hele hendelsesforløpet fram til avsporingen, samt av redningsarbeidet.

Det ble i ettertid avholdt møter med ledere fra forskjellige nivåer i Jernbaneverket og NSB.

1.14.16 Øvrige ordre

Havarikommisjonen kjenner ikke til at det var gitt ut noen ordre i forkant for avsporingen som berørte fremføringen av tog 62.

1.15 Registrerende hastighetsmålerutstyr og datalogger

1.15.1 CTC-logg

Utdrag fra CTC-logg viser:

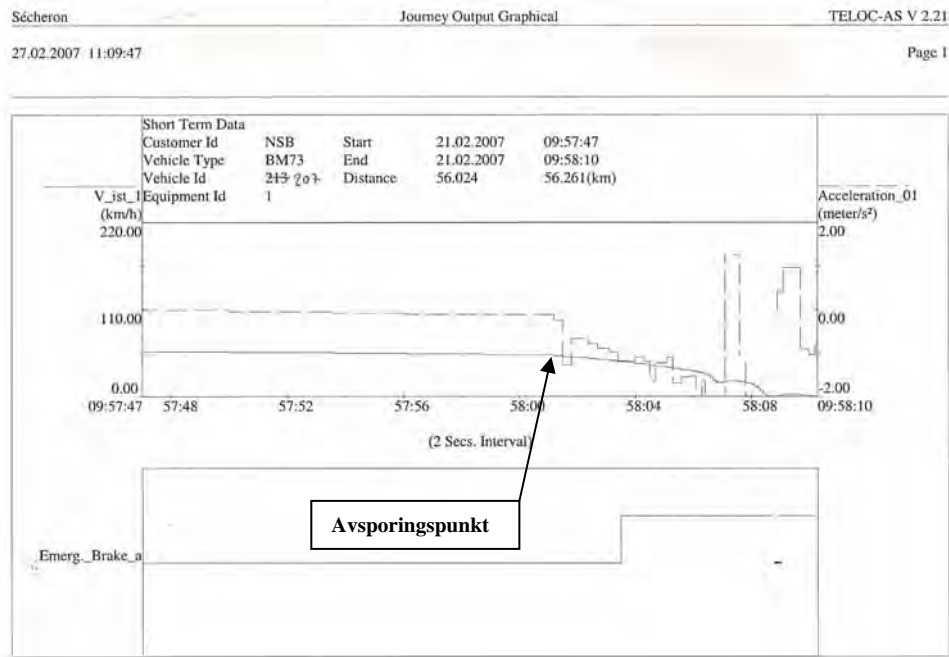
Klokkeslett	Beskrivelse
07:36:36	Tog 55160 (Di3 for snørydding/visitasjon) passerte utkjørhovedsignal M, Myrdal stasjon.
07:48:51	Tog 55160 var inne på Hallingskeid stasjon (Linjeblokkstrekningen mot Myrdal stasjon var fri).
Ca 8 minutter	
07:56:38	Tog 55140 (Robeltralle med hjullaster på henger) passerte utkjørhovedsignal M, Myrdal stasjon.
08:12:56	Tog 55140 er inne på Hallingskeid stasjon (Linjeblokkstrekningen mot Myrdal stasjon var fri).
1 time, 38 minutter	
09:51:04	Tog 62 passerer utkjørhovedsignal M på Myrdal stasjon.
Ca 09:58	Tog 62 kjører inn i snøskred ved Storekleven og sporer av.

Snøryddingstoget kjørte ut fra Myrdal stasjon 2 timer og 15 minutter før tog 62 for brøyting og inspeksjon av strekningen mot Hallingskeid.

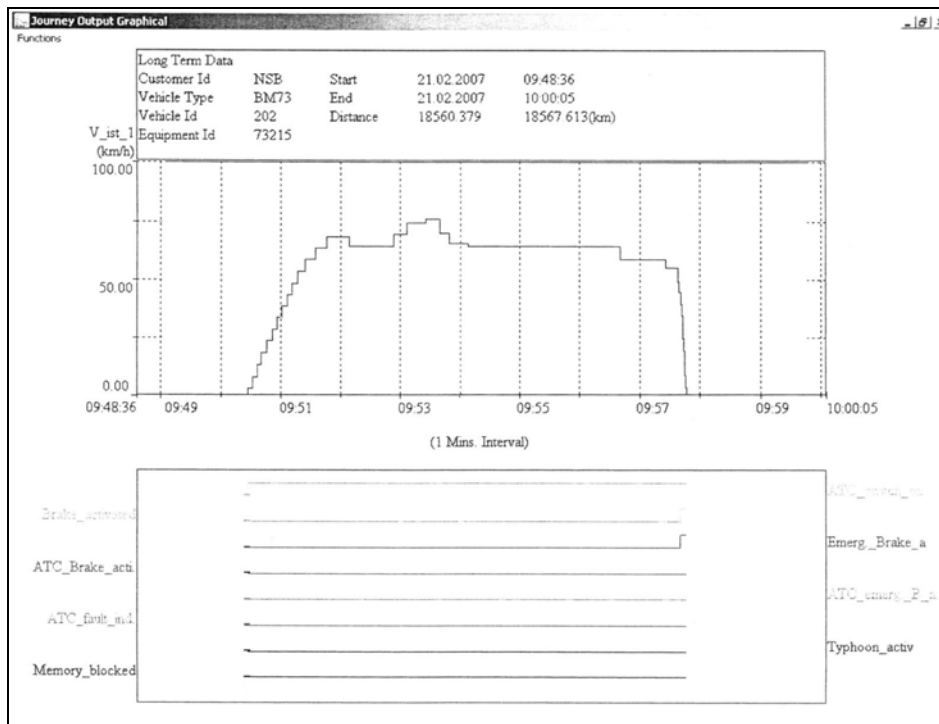
En robeltralle kjørte ut fra Myrdal stasjon retning Hallingskeid stasjon 1 time og 55 minutter før tog 62 kjørte ut fra Myrdal stasjon. Skredet har gått i dette tidsrommet, men det har ikke vært mulig å fastslå eksakt tidspunkt for når hele, eller deler av skredet ble utløst. I følge skredrapport fra NGI antas det at skredet kan ha blitt løst ut like før tog 62 passerte.

1.15.2 Togets registrerende hastighetsmåler, Teloc

Hastighetsloggen fra det avsporede togsettet 73007 viser i overkant av 50 km/h (se figur 14). Den hakkete kurven angir acceleration meter/s², og viser når togets hjul forlater sporet og dermed gir unøyaktige data. Hastighetslogg (figur 15) fra det bakre togsettet 73002 viser at hastigheten har vært noe over 50 km/h . Det er registrert et tidsavvik på ca 20 sekunder på de to registreringsenhetene, noe som skyldes at klokken på disse ikke er GPS synkronisert.



Figur 14: Togets hastighetslogg, TELOC utskrift fra togsett 73007



Figur 15: Togets hastighetslogg, TELOC utskrift fra togsett 73002

1.16 Medisinske forhold

Involvert personale gjennomgår regelmessige helseundersøkelser. Det har ikke fremkommet opplysninger om medisinske forhold som kan ha hatt betydning for ulykken.

1.17 Brann

Det oppstod ikke brann ved denne hendelsen.

1.18 Overlevelsesaspekter

Toget ble fanget opp av snømassene etter avsporingen og fikk en forholdsvis myk stopp. Alle togets vogner holdt seg sammenkoblet etter avsporingen, de veltet ikke og ble ikke særlig skadet.

Toget kjørte ut mellom 2 kontaktledningsmaster uten å skade KL-anlegget. Togets strømtilførsel ble ikke brutt. At toget også hadde et medfølgende togsett denne dagen var gunstig for evakueringen av de reisende. Det var seks polititjenestemenn om bord som reisende i toget, og sammen med ombordpersonalet og en reisende NSB ansatt gjorde de en formidabel innsats under evakueringen.

De reisende fikk mat og drikke fra det som var tilgjengelig fra bistrovognen i de to togsettene. Det var imidlertid begrenset med mat og drikke om bord i toget, det var derfor viktig at evakueringen ut fra området ikke tok for lang tid.



Figur 16: Snømengden i sporet var opp mot 4 meter etter at banen har vært stengt over natten.

Med de vanskelige værforholdene som var på høyfjellstrekningen denne dagen kunne det ellers blitt en alvorlig situasjon for de reisende og togpersonalet, da stedet var vanskelig fremkommelig for redningsmannskapene. Siden det tilfeldigvis var 5 banemannskaper

med en Robeltralle på Myrdal stasjon på avsporingstidspunktet, kunne også disse hjelpe til under redningsaksjonen og evakueringen av de reisende.

Det fantes ikke nødvarmeutstyr om bord i toget.

1.19 Undersøkelser

Undersøkelsen har foregått etter utrykning til avsporingstedet, supplert med dokumentasjon og data fra Jernbaneverket, NSB AS, Meteorologisk Institutt (DNMI), Norges Geotekniske Institutt (NGI), og samtaler med involvert personale, Politiet og ledere i NSB AS og Jernbaneverket. Eksterne konsulenter er benyttet for vurdering av den involverte type 73 togmateriell for kjøring på høyfjellstrekningen.

1.19.1 Bistand fra eksterne konsulenter

Etter avsporingen ble det fremsatt kritiske påstander fra forskjellig hold om at togmateriellet som var involvert i ulykken egnet seg dårlig for kjøring på høyfjellstrekninger. Havarikommisjonen innledet et samarbeid med eksterne konsulenter for undersøkelser og gjennomgang av tidligere analyser og godkjenninger. Den aktuelle togtypen som var involvert i avsporingen ble vurdert og sammenlignet med annet relevant togmateriell. Dette beskrives i vedlegg B.

1.19.2 Tidligere avsporinger

Interfleet Tecnology AS har innhentet opplysninger fra tidligere avsporinger hvor tog har vært involvert i sammenstøt med snøskred og hardpakket snøfonn. Disse undersøkelsene viser at det ikke kan påstås at det er mer gunstig å kjøre med lokomotiv og materiell. Avsporinger med lokomotiver og motorvogntog har også tidligere forekommet som følge av vanskelige snøforhold og skred.

Nedenfor vises det til et utdrag fra tidligere avsporinger hvor tog har kjørt inn i snøskred. Det viser at også lokomotiver har sporet av. Havarikommisjonen har derfor ikke grunnlag for å spekulere i om det kunne gått bedre med lokomotiv og vogner i denne aktuelle avsporingen.

1.19.2.1 *Avsporing 1*

4. februar 1987 El 16.2205, Oksebotn ved km 294,80 på Bergensbanen. Lokomotivet kjørte rett frem i en venstrekurve etter møte med meget hardpakket snøfonn, antatt 1 meter høy. Lokomotivet havnet ca. 20 meter ned i en skråning. I denne avsporingen inntraff atskillelse mellom vogner.

1.19.2.2 *Avsporing 2*

4. mars 1990. El 16.2203, tog 1420, kjørte inn i ras øst for Myrdal på Bergensbanen kl. 1105. Lokomotiv og første boggi på BF vogn bak lokomotivet sporet av, og 800 meter kjøreledning ble revet ned.

1.19.2.3 *Avsporing 3*

4.mars 1990 kjørte et dobbelt 69 sett inn i et ras 400 m øst for Vieren bp. (mellom Mjølfjell og Myrdal på Bergensbanen) 1 ½ togsett sporet av.

1.19.2.4 *Avsporing 4*

8. mars 1990 sporet lokomotiv Di 3.620 av på Finse st. på Bergensbanen på grunn av mye snø i forbindelse med bergning av fastkjørt tog 63.

1.19.2.5 *Avsporing 5*

20. mars 1993 sporet lokomotiv Dm3 1221-1240-1222 av ved km 29,7 på Katterat stasjon på Ofofbanen. Alle tre lokomotiver kjørte ut etter passering av stasjon i venstrekurve. Trolig årsak: for mye snø og is i spor, såkalt flenshardt spor.

Hendelsene som det her refereres til viser at også lokomotiver har sporet av som følge av ugunstige snøforhold i sporet.

1.19.3 Vinterforhold i andre land

I rapporten fra Interfleet Tecnology AS beskrives følgende forhold hentet fra land som Norge kan sammenligne seg med når det gjelder snøforhold og med togtrafikk på høyfjellstrekninger:

1.19.3.1 *USA / Canada*

Betydelige problemer med snø og ras forekommer også i andre strøk av verden. Tog i USA er utrustet for selv å rydde sporet, men ved ekstreme forhold ryddes det snø med spesielle ploger, alternativt roterende snøplog. Amerikanske lokomotiver har vanligvis aksellaster fra 28 til 32 tonn. Et typisk amerikansk 6-akslet lokomotiv kan derfor veie opp mot 190 tonn. De sitter følgelig godt på skinnene. Amerikanske lok har en meget flat plog, montert på en "pilot" som gir lite sidekrefter, men betydelig motstand ved kjøring i snø. Plogen har en klaring til skinnegang tilsvarende tradisjonell norsk underliggende plog. Varslingsanordninger for skred er utbredt.

1.19.3.2 *Sveits / Østerrike*

I Alpene er det ikke vanlig praksis at tog rydder snø. I det senere har lokomotiv fått ploger som ligner den norske, men ved ekstreme værforhold er normal praksis at annet materiell rydder snø. Som eksempel kan nevnes at Re460/465, som tilsvarer El 18, kun har et relativt svakt dimensjonert frontskjørt. På utsatte steder er det vanlig med rasoverbygg for å hindre ulykker.

1.20 **Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder**

Spesielle undersøkelsesmetoder er utført av Interfleet Tecnology AS som har vurdert type 73 sine egenskaper med kjøring på høyfjellstrekninger kontra annet togmateriell. Geotekniske undersøkelser av rasområdet er utført av skredekspertise fra NGI.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

Det er utarbeidet en STEP-analyse over forholdene før og etter at avsporingen fant sted. Denne finnes i vedlegg A.

Interfleet Tecnology AS har utarbeidet en rapport over egenskapene til type 73 kontra annet togmateriell angående kjøring på høyfjellstrekninger. Denne finnes som vedlegg B.

2.2 Tekniske og operative forhold

Det har ikke vært mulig å fastlegge når snøskredet gikk. Lokomotivføreren oppfattet at toget kjørte inn i skredet. Ut fra dette, samt opplysningene fra skredeksperter vil havarikommisjonen anta at skredet gikk kort tid før toget passerte.

Snøskredet som var et flakskred var hardpakket og skrånet i samsvar med terrenget. Store snømengder havnet i sporet. Dvs. at på venstre siden av sporet var snødybden opp mot 3-4 meter, mens det på dalsiden var lite snø, mindre enn 1 meter. Det antas at avsporingen kom som en følge av at:

- Skredets hellingsvinkel ledet til en mye større sidekraft på frontens venstre side enn på høyre side. Dette fordi snøen på venstre side måtte komprimeres inn mot fjellskråningen, mens begrensede snømengder på høyre side ikke hadde noen hindring og kunne kastes utfor skråningen av toget.
- Hardpakket snø kom inn i hjulgrepet og løftet togets første aksel. På grunn av sidekraften ble toget dermed styrt ut mot høyre og dro de to forreste vognene av toget med seg før det gravde seg ned og stanset i snømassene. Iht. til undersøkelser på hendelsesstedet var det ikke skader på skinnene, noe som tyder på snø og is i hjulinngrepet. Kabelkanalen av betong på høyre side av sporet var knust, noe som viser at det var lite snø på høyre side av sporet.

Været på høyfjellstrekninger kan skifte fort. Havarikommisjonen er av den oppfatning at det hadde vært gunstig med værmeldingsstasjoner mellom Finse og Myrdal.

Værstasjonen på Myrdal var ute av drift den aktuelle dagen. Dette var ikke heldig med hensyn til innrapportering av de faktiske værforhold. Det er kjent at værforholdene vest for Finse kan være av en helt annen karakter enn på Finse stasjon i sydøstlig vindretning. På avsporingdagen var vindretningen sydøstlig.

Personale på Vatnahalsen hotell opplyste at temperaturen der hadde vært +2 °C dagen i før avsporingen. Dette stedet ligger ca 5 km fra avsporingstedet på Storekleven. Værmeteorogrammet fra Finse viste - 2 °C den samme dagen.

2.2.1 Gunstige forhold

Avsporingen førte ikke til alvorlige personskader. Dette skyldtes en kombinasjon av følgende gunstige forhold:

- Avsporingen skjedde mellom to kontaktledningsmaster som toget unngikk under utforkjøringen.
- Strømforsyning til toget var hele tiden intakt da togets strømvogter var på BMU (vogn nr.3) vognen som fortsatt befant seg på sporet. Toget hadde hele tiden strøm slik at lys og varme for passasjerene var inntakt.
- Toget støtte ikke på hindringer etter avsporingen, men havnet i snøen, gravde seg ned og stanset.
- At det ble kjørt dobbelsett type 73 bidro høyst sannsynlig til at nedbremsingen av toget gikk raskere enn hvis det bare hadde vært benyttet enkeltsett, fordi bremseeffekten mot skinnene fra det bakre togsettet bidro til å holde igjen toget.
- Vognene veltet ikke under avsporingen. Både vognenes sammenkoblingsystem og den store snømengden antas å ha bidratt til dette.
- Det ekstra togsettet som ikke var berørt av avsporingen ble benyttet til evakueringen. Tog 62 kjøres vanligvis med enkelt togsett, men på grunn av trafikkavviklingen i vinterferien fulgte det med et avstengt togsett tilbake til Oslo på denne togavgangen.
- Det var seks polititjenestemenn med som passasjerer. Disse, sammen med togpersonalet, gjorde en formidabel innsats da de deltok i redningsarbeidet og evakueringen med å hjelpe passasjerene over i det bakre togsettet som fortsatt befant seg på sporet.
- Togets vogner ble ikke separert under avsporingen. Passasjerene kunne derfor fritt evakuere gjennom togsettet i overgangen mellom vognene, unntatt da de skulle evakueres over til det bakre settet. Det er ikke overgangsmuligheter mellom togsettene.
- Gruppeleder med 5 banemannskaper, samt en Robeltralle fra Jernbaneverket, var i nærheten av avsporingsstedet og kunne delta i redningsarbeidet. Dette mannskapet kunne vært hvor som helst på strekningen, siden de ikke var i snøberedskap, men i ordinær dagtjeneste, og hadde reist ut fra Voss stasjon på morgenen.
- Passasjerene fikk servert mat av det som fantes i bistrovognene fra begge togsettene.
- Etter at passasjerene var blitt evakuert til Myrdal stasjon ble de flyttet over i et tog som transporterte dem til Flåm stasjon.
- Personalet på Vatnahalsen hotell hadde laget matpakker til alle reisende og disse ble utlevert på toget på vei mot Flåm stasjon. Havarikommisjonen har i ettertid mottatt opplysninger om at det nå er etablert avtaler med hotellene i området om at disse i nødsituasjoner er hjelpelige med levering av mat.

De reisende ble transportert videre fra Flåm i busser. Havarikommisjonen har ikke funnet forhold ved evakueringen som kunne vært utført på noen gunstigere måte sett i forhold til

værforholdene denne dagen og det utilgjengelige stedet hvor avsporingen skjedde. De siste reisende forlot Flåm i bussen som kjørte derfra kl. 1645. Det gikk allikevel mer enn 6 timer fra avsporingen til de siste reisende forlot Flåm.

2.2.2 Uheldige forhold:

- Det var ingen snøoverbygg eller annen skredsikring på stedet der avsporingen skjedde.
- Begge Beilhackene som blir benyttet til snørydding stod på verksted og var ute av drift på grunn av hjulproblemer på avsporingdagen. Den ene stod i Oslo, mens den andre stod på Voss stasjon. Dette er forhold som Jernbaneverket må ta lærdom av og sørge for at høyfjellstrekningen har effektivt snøryddeutstyr på hensiktsmessige steder som alltid sørger for en god tilgjengelighet for togene. Det er også viktig i nødsituasjoner at sportraséen gjøres fremkommelig hvis det skulle være behov for å komme til assistanse med materiell for evakuering. Det er maskinsentralen som er eiere av snøryddingsmaskinene og som skal holde disse operative for Jernbaneverket.
- Strekningen var ikke ryddet etter kl. 0736, da tog 55160, et Di 3 lokomotiv med sporrenser for snørydding og visitasjon, kjørte ut fra Myrdal stasjon på blokkstrekningen mot Hallingskeid stasjon. Kl. 0756 kjørte en Robel over strekningen, 8 minutter etter at strekningen var blitt ryddet for snø. Da tog 62 kl. 0958 kjørte ut på blokkstrekningen mot Hallingskeid stasjon hadde det gått 2 timer og 15 minutter siden snøryddingstoget hadde kjørt ut fra Myrdal stasjon for å rydde sporet. Havarikommisjonen mener at snøryddingstoget under disse værforholdene burde gått umiddelbart foran tog 62. Det er viktig at strekningen brøytes og visiteres umiddelbart før persontog skal passere høyfjellstrekningen når vær og vindforholdene er som på den aktuelle dagen.

Jernbaneverkets vinterberedskapsplan for region vest beskriver i kapittel 4 at gjennomgående snørydding / visitasjon skal kjøres hver dag før tog 62. Havarikommisjonen mener at det bør beskrives mer spesifisert at dette skjer umiddelbart før passasjertog passerer strekningen. Opplysninger havarikommisjonen har mottatt fra operativt personale viser at det tidligere ved vanskelige værforhold om vinteren ble kjørt snøryddingsmateriell umiddelbart foran persontog, og mener at dette fortsatt bør gjøres så lenge strekningen har snøskredfare.

- Jernbaneverket iverksatte umiddelbart beredskapsledelse fra beredskapsrommet på Bergen stasjon. NSB hadde sin i Oslo. Kommunikasjonen mellom de forskjellige aktørene, bidro til noe forvirring ute på havaristedet da motstridende meldinger ble gitt. Havarikommisjonen har inntrykk av at beredskapsledelse praktiseres forskjellig i de tre regionene i Jernbaneverket og mener at dette bør gjennomgås og synkroniseres. Havarikommisjonen mener også at det ved ulykker bør være en kommandosentral som koordinerer alle henvendelser og beslutninger som blir tatt, slik at man unngår at personalet på ulykkesstedet får motstridene meldinger fra forskjellige steder.

- Nødutstyr i tog som varme, mat, drikke og transport til og fra havaristed, samt evakueringsrutiner er forhold som Jernbaneverket og NSB AS sammen bør evaluere og gå igjennom, da ulykker med påfølgende evakuering ved mindre gunstige forhold lett kunne fått et annet utfall.
- NSB AS benytter et MoT telefonsystem (mobilt tognummer) som gjør det enkelt å kontakte togpersonalet. I perioden etter ulykken ble lokomotivføreren belastet med mange telefoner fra bl.a. media og andre som ikke hadde betydning for redningsarbeidet. Dette virket meget forstyrrende inn på det viktige arbeidet togpersonalet hadde og burde vært unngått. Havarikommisjonen mener det er uheldig at toget kan kontaktes ved at uvedkommende har mulighet til å ringe opp lokomotivfører og mener at NSB AS bør se på om det er mulig å unngå unødvendige oppringinger.

Det ble opplyst at det i de senere årene har vært mange vintre med små og moderate snømengder, sett i forhold til ekstremvintrene på første halvdel av 90-tallet. Det er meget viktig at vinterberedskapen opprettholdes på et sikkert nivå, og at det blir tatt høyde for ekstreme værforhold da værforholdene på høyfjellet raskt endres.

2.3 Bakenforliggende forhold

2.3.1 Forhold relatert til sikkerhetsstyring og ledelse

At toget fikk klarsignal til å kjøre over høyfjellstrekningen kan ha sammenheng med at det ikke var noen etablert værvarslingsjeneste for den aktuelle strekningen og at været ikke ble oppfattet som verre enn hva som er normalt på høyfjellet vinterstid. Vindmåleren ved værstasjonen på Myrdal stasjon var ute av drift og det fantes ingen andre målestasjoner før Finse. Havarikommisjonen mener dette er uheldig, men har fått opplysninger fra Jernbaneverket om at de planlegger å benytte tidligere basestasjoner for togtelefon til etablering av målepunkter for værvarslingsjeneste mellom Myrdal og Finse.

Det var ikke montert rasvarslingsanlegg på stedet, men det er uvisst om det hadde kunnet forhindre sammenstøtet med skredet da det ikke har vært mulig å fastslå hvor lenge før toget passerte deler av, eller hele skredet hadde blitt utløst. Bedre skredsikring på stedet som rasgjerd eller snøoverbygg ville sannsynligvis forhindret avsporingen i dette tilfellet.

Begge Beilhackene var ute av drift på avsporingdagen. Jernbaneverket hevdet at dette ikke hadde noen betydning for at avsporingen inntraff. Jernbaneverket opplyser imidlertid at det i ettertid er stilt konkrete krav til snøryddingsutstyrets tilgjengelighet.

Havarikommisjonen mener at sportraséen bør ryddes/inspiseres med snøryddende maskiner umiddelbart før tog kan passere strekningen under vanskelige værforhold. På høyfjellstrekninger blåser sporet fort igjen med snø, og da er det raskt behov for skinnegående snøryddingsmateriell. Dette er også forhold som bør gjennomgås med tanke på å få evakuert reisende og togbetjening så fort som mulig.

Det er ikke spesifisert hvor lang tid snøryddende maskiner / tog skal kjøre før tog 62 eller andre passasjertog. Havarikommisjonen mener at dette bør beskrives bedre slik at det blir

krav til snørydding/inspeksjon umiddelbart foran passasjertog ved spesielt vanskelige værforhold.

Når det gjelder NSB AS nødprosedyrer var disse beskrevet i NSB AS` interne prosedyrehåndbok P-60-01. Denne var gjeldende på avsporingdagen, men har senere blitt erstattet med NSB AS TS-håndbok. (Trafikksikkerhetsbestemmelser for togpersonalet i NSB AS). Havarikommisjonen kan ikke se at TS-håndbok beskriver forhold som kan oppstå ved avsporing på høyfjellstrekninger under vanskelige værforhold og mener at slike forhold bør tas med.

2.3.2 Forhold relatert til driftstillatelse og myndighetsgodkjenning

Interfleets gjennomgang av togsett type 73s egnethet for kjøring på høyfjellstrekninger viser ikke forhold som skulle tilsi at denne togtype ikke bør benyttes.

3. **KONKLUSJON**

Toget kjørte inn i snøskredet der det var betydelig større og mer kompakte snømasser på venstre side i togets kjøreretning enn på høyre side. Toget komprimerte snøen mot fjellsiden. Dette gjorde at toget fikk store sidekrefter som presset det ut mot høyre. Samtidig ble den forreste boggien løftet av den kompakte snøen slik at hjulet klatret over skinnen, sporet av og fortsatte utenfor skråningen.

Havarikommisjonen mener at værvarslingstjenesten alltid må gi et best mulig bilde av vær-situasjonen, og er blitt kjent med at Jernbaneverket planlegger å bygge ut varslingen på strekningen der det ikke finnes målestasjoner i dag.

Undersøkelsen har ikke funnet tekniske feil ved toget som kan ha hatt betydning for avsporingen. Det har heller ikke fremkommet momenter som tilsier at type 73 har dårligere vinteregenskaper enn andre aktuelle materielltyper som trafikkerer høyfjellstrekningen på Bergensbanen. Tog type 73 er godkjent for kjøring under vinterforhold på høyfjellet.

Da kommersielt jernbanemateriell ikke er beregnet til å være brøyteutstyr er det viktig å påpeke at krav til snøsikring og brøyting er avgjørende for sikker togframføring på høyfjellstrekninger.

Det har ikke vært mulig å fastslå nøyaktig når skredet ble utløst. Det antas fra Skredeksperter fra NGI antar at skredet kan ha blitt utløst like før tog 62 passerte.

Da det finnes usikkerhetsmomenter rundt dette, er det ikke utelukket at snørydding/inspeksjon tettere foran tog 62 kunne forhindret avsporingen. Det var et opphold på 1 time og 38 minutter mellom en Robeltralle kjørte over strekningen til tog 62 kjørte ut fra Myrdal stasjon. Snøryddingstoget hadde kjørt ut fra Myrdal stasjon for å rydde strekningen fram til Hallingskeid stasjon 2 timer og 15 minutter før tog 62 kjørte ut fra Myrdal stasjon.

At togets vogner ikke separerte seg fra togstammen kan skyldes at sammenkoblingene mellom vognene på type 73 har en konstruksjon som syntes å ha større motstand mot at

enkeltvogner velter eller bryter ut, enn vogner som henger sammen med vanlig kobbel og ledninger.

Toget kjørte ut mellom to kontaktledningsmaster uten å ødelegge kontaktledningsanlegget. Da togets strømvogter var på den tredje vognen som fortsatt befant seg på sporet, hadde toget strøm slik at de reisende hele tiden hadde lys, varme og ventilasjon tilgjengelig.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne jernbaneulykken har avdekket flere områder der havarikommisjonen anser det nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre jernbanesikkerheten.¹ Havarikommisjonen er kjent med at Jernbaneverket vurderer å utføre sikringstiltak og har planer om utbygging av værstasjoner for å sikre togframføringen, men fremmer allikevel følgende sikkerhetstilrådinger.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/10T

Området vest for Finse er en strekning som normalt oppfattes som ”problemområde” om vinteren. Havarikommisjonen anbefaler tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket å vurdere å iverksette ytterligere sikringstiltak mot snø for å ivareta en sikrere togtrafikk på alle høyfjellstrekningene under vanskelige vinterforhold.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/11T

Havarikommisjonen har mottatt opplysninger om at det ofte er andre værforhold på strekningen vest for Finsetunnelen i retning Myrdal enn hva som er tilfelle i området ved Finse. Det finnes ingen meldepunkter for værvarsling på strekningen mellom Finse og Myrdal stasjon. Havarikommisjonen anbefaler tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket om å vurdere en utbygging av værvarslingstjenesten på alle høyfjellstrekningene slik at en sikkerhetsmessig forsvarlig drift kan ivaretas.

Sikkerhetstilråding JB nr. 2008/12T

Jernbaneverket har ikke vært tilfreds med tilgjengeligheten av snøryddingsmateriell da Beilhackene ofte har vært ute av drift. Havarikommisjonen anbefaler tilsynsmyndigheten å anmode Jernbaneverket om å følge opp at maskinforvalteren sørger for å ha tilstrekkelig beredskap og nødvendige ressurser slik at maskinparken for snørydding alltid er operativ slik at sikker togtrafikk kan opprettholdes.

Statens Havarikommisjon for Transport

Lillestrøm, 17. juli 2008

¹ Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet, som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene. Jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelsesforskriften) § 16.

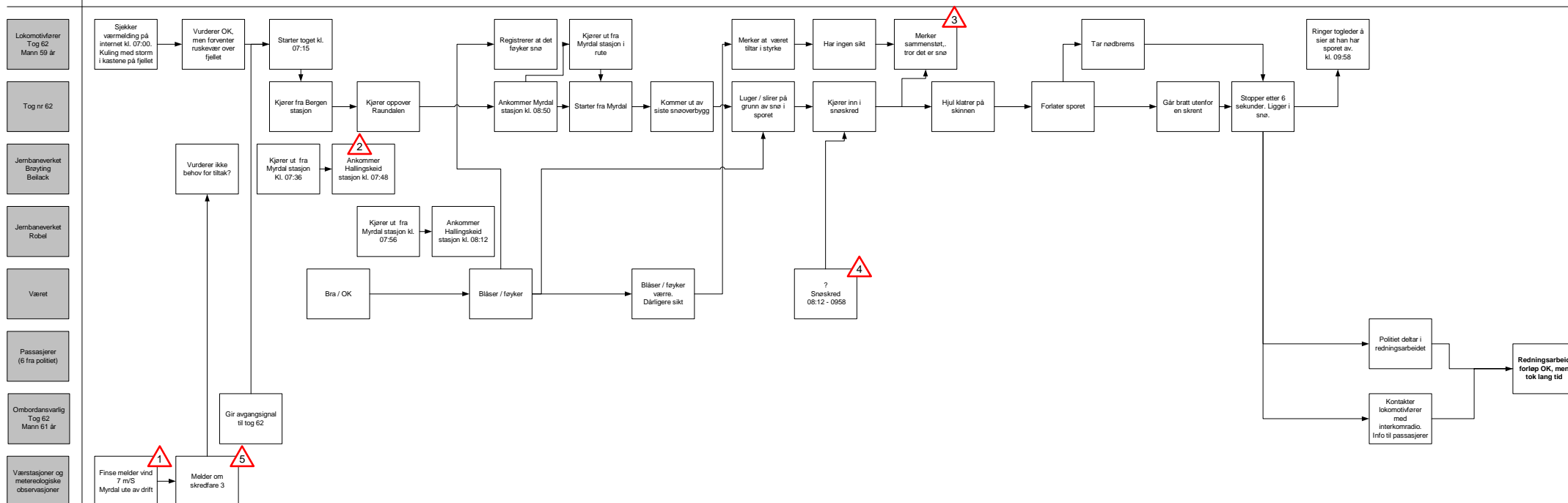
5. VEDLEGG

Vedlegg A: Step-analyse.

Vedlegg B: Rapport fra Interfleet: Teknisk utredning, Rapport avsporing Type 73, Storekleven 2007-12-04.

Vedlegg A

STEP-diagram med avsporing av tog 62 etter å ha kjørt inn i snøskred.



Sikkerhetsproblemer:

1. Værstasjonen på Myrdal var ute av drift
2. Sporet ikke klart like før tog 62 kjør ut på strekningen
3. Ingen info om at sporet er sperret
4. Snøskredet går over sporet og blir liggende med kompakte snømasser
5. Skredfare 3 oppleves ikke som alvorlig nok for å stenge banen, eller eventuell feilgradering?

Teknisk utredning

Rapport avsporing type 73 - Storekleven

Dokumentbetegnelse : AS06016
Forfatter : Erlend Rehn

Sammendrag

Den 21.02.2007 kjørte tog 62 inn i et snøras øst for Myrdal og sporet av. De to første vognene kjørte utfor en fylling og bli liggende på skrå nedover. Hele toget forble sammenkoblet og stod oppreist. Skader på toget var minimale fordi det ble fanget opp av snø.

Togets ferdsskriver viste at hastigheten ved avsporingen var moderat, 55 km/t og iht. til tillatt hastighet ved ulykkestedet. Sikten var svært dårlig med mye vind og sterkt snøfokk. Lokomotivfører hadde derfor ingen mulighet til å se raset.

Raset var ikke stort, men snøen var komprimert og hadde fylt opp sporet meget skjevt slik at raset var like høyt som toget mot fjellsiden, mens det på yttersiden var lite snø.

Snø og skred har gjennom alle tider gitt problemer med togdriften på høyfjellstrekningene i Norge. Det finnes eksempler på avsporinger som følge av vanskelige snøforhold og skred både for tunge lokomotiver med vogner og motorvogner.

Avsporingen antas å ha skjedd som en kombinasjon av at hardpakket snø kom inn i hjulgrepet samtidig som rasets skjevhet ga en stor sidekraft på togets venstre side. Hastighet og aksellast er også viktige parametre i forhold til utfallet ved innkjøring i skred.

Vurdering av vinteregenskaper på type 73 i forhold til annet materiell.

Type 73 har en annen utforming av fronten enn de lokomotiver som trafikkerer Bergensbanen. Lokomotiver har en underliggende plog som rydder snø under buffertnivå. Type 73 har en strømlinjeformet front med meget lite tverrsnitt helt fremst. Nederst er det frontskjørt med en buet form. Det gjør at type 73 har en god evne til å penetrere snøfonner, men har en større motstand ved snørydding. Type 73 til forskjell fra type 71 (flytog) et kraftig påmontert jern for å redusere avstand mellom frontskjørt og skinnegang. Det påmonterte jernet gjør at frontskjørtet er det laveste punktet på vognkassen, noe som er viktig i forhold til togets egenskaper ved forsering av snø.

Ved kjøring inn i skjev snøfonn så vil betydelige sidekrefter kunne oppstå både på lokomotiv med underliggende snøplog og på type 73

Fronten til type 73 har ingen flater som vil bidra til et vesentlig løft ved kjøring i snø sammenlignet med lokomotiver av type E1 17 og E1 18. Type 73 har samme aksellast på den fremste boggien som E1 17. E1 18 har derimot større aksellast. Aksellast er viktig i forhold til å beholde kontakt hjul/skinne ved kjøring i kompakt snø.

Forslag til tiltak

- Enda lavere plog eller effektiv skinnerydder foran hjul.
- Hastighet ved skredfare senkes
- Det innføres skred varslere i større utstrekning, evt andre tiltak langsmed sporet
- Høyere aksellast på materiell

Andre land: Snø kan skape betydelige problemer for jernbanedriften i f.eks Nord-Amerika og Alpene. Disse landene har gjort forskjellige tiltak som også er kjent i Norge. Det er vanskelig å sammenligne direkte med Nord-Amerika ettersom lokomotiver der har vesentlig høyere aksellaster enn hva som er vanlig i Europa. I Alpene er det ikke vanlig at tog selv rydder større mengder snø.

Tittel : Rapport avsporing type 73 - Storekleven 21/2-2007

Utgave : 1

Dokumentbetegnelse : AS06016

Dokumentdato : 2007-12-04

Forfatter :

Datum :

.....
Erlend Rehn, Seniorkonsulent
Interfleet Technology AS

Kontrollert av :

Datum : 2007-12-03

.....
Ulf Tolérus, Havariutreder
Interfleet Technology AS

Godkjent av :

Datum :

.....
Karin Johansson
Interfleet Technology AS

Distribusjon til : Navn Tittel Foretak
Henning Johansen Havariinspektør Statens Havarikommisjon for Transport

Kunde : Statens Havarikommisjon for Transport

Sikkerhetsklasse : Konfidensielt SHT

Oppdragsnummer : TN 43

Oppdragsansvarlig : Erlend Rehn Telefon : +47 911 04 928

Antal sider: 21

Antal bilag: 0

Utover dette dokument

INNHold

1.	Innledning.....	6
1.1	Bakgrunn for utredningen.....	6
1.2	Oppdrag.....	6
2.	Faktabeskrivning.....	6
2.1	Hendelsen.....	6
2.2	Skader	7
2.3	Ytre forhold.....	7
3.	Undersøkelser.....	8
3.1	Undersøkelser på hendelsessted og vitneopplysninger.....	8
3.2	Registrerte data.....	8
3.3	Tilstand og funksjon på tekniske system	8
3.4	Regler og forskrifter	8
3.5	Samspill Menneske – Teknikk	8
3.6	Tidligere hendelser	8
4.	Analyse	9
4.1	Rullende materiell og snø	9
4.2	Konklusjon.....	14
5.	Forslag til tiltak.....	15
6.	Andre land	15
6.1	USA/Canada	15
6.2	Sveits/Østerrike.....	16
7.	Referanser	16
8.	Bilag.....	17

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for utredningen

Bidra til rapport vedrørende avsporing av tog 62 fremført med materiell type 73. Avsporing skjedde på Bergensbanen ved km 328,5 den 21.02.2007

1.2 Oppdrag

Statens Havarikommisjon for Transport(SHT) ønsker utredet materiell type 73 sammenlignet med annet materiell i forhold til vinterdrift og avsporingfare

2. Faktabeskrivning

2.1 Hendelsen

Den 21.02.2007 kl.09.58 sporet tog 62 av ved km 328,5. Toget kjørte inn i et snøras og de to første vognene sporet helt av, kjørte ut og havnet på skrå ned en fylling. Vogn nummer 3 sporet av på første boggi. Toget ble anført av BM 73.007, deretter vogn BFR 73.807, BMU 73.807, BFM 73.107 samt togsett 73.002, totalt 8 vogner. Hastighet ved avsporing var ca. 55 km/t iht. til utskrift fra ferdsskriver. Km 328,5 ligger ca 995 m.o.h.



Figur 1 Avsporet tog dagen etter avsporing

2.2 Skader

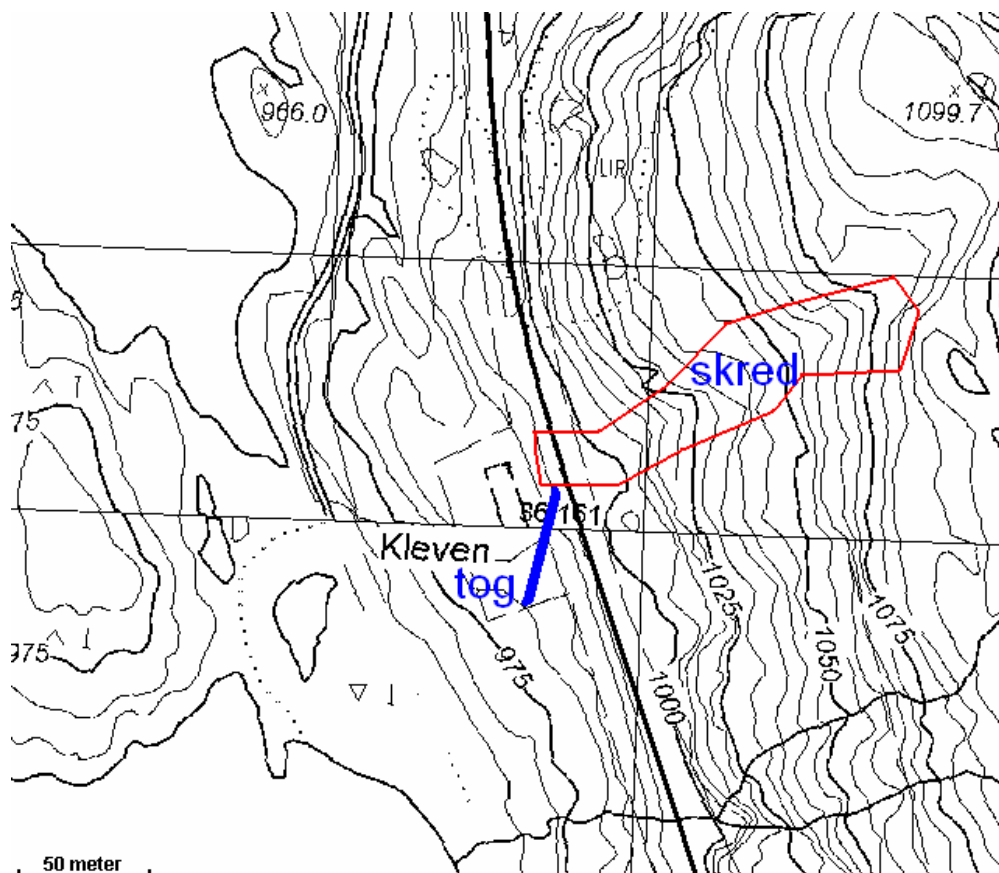
Toget ble bare mindre skadet fordi det ble fanget opp i snø. Hele toget inkludert overganger og strømforsyning var inntakt etter avsporingen, dvs. ingen separasjon av vogner. Det var ingen personskader som følge av hendelsen. Kabelkanal og en optisk kabel langsmed sporet fikk skade.

2.3 Ytre forhold

Det gikk et ras rett ved avsporingpunktet. Iht. til skredrapport var skredet relativt lite ca. 1000m³ og det var et relativt tynt snødekke med skare som ble utløst. Under skare var det et ustabil sjikt av begerkrystaller. Det antas at snø i skred hadde en typisk egenvekt på 500 kg/m³ som er godt over normal densitet på tørr snø. Raset fylte opp sporet i en høyde av 4 til 5 meter mot fjellsiden, mens det var lite snø på dalsiden. Raset dekket sporet meget skjevt. Se vedlegg: Figur 9 og Figur 10

Temperaturen ved ulykkestidspunktet var ca -17°C og det var snøfokk, svært dårlig sikt og mye vind. Temperaturen hadde sunket 13-15°C siste 24 timer og det hadde vært litt nedbør 2-3 mm forut for skredet (målt på Finse 1222 m.o.h). Det er ingen værdata tilgjengelig fra Myrdal som er nærmere ulykkestedet. Trolig var det kortvarig mildvær 2 ½ døgn før ulykken noe som forklarer skarelaget. Temperatur på Finse var da -2 til -3°C.

Avsporingen skjedde på tilnærmet rett spor rett etter en venstre kurve. Sporet går på en hylle/fylling i sterkt skrånende terreng.



Figur 2 kart over avsporing. Blå strek markerer de to første vognene.

3. Undersøkelser

3.1 Undersøkelser på hendelsessted og vitneopplysninger

Det henvises til SHT's rapport

3.2 Registrerte data

Utskrift fra ferdsskriver viser en hastighet på ca. 55 km/t, dvs. like over tillatt hastighet på aktuell strekning som er 50 km/t. Se vedlagt utrag fra JD346.

3.3 Tilstand og funksjon på tekniske system

Det antas ikke å være spesielle svikt eller funksjonsfeil på toget av betydning for hendelsen. Det vises til avsnitt 4 for generelle betraktninger rundt rullende materiell og ekstreme vinterforhold.

3.4 Regler og forskrifter

Iht. Jernbaneverkets regelverk JD346 så er tillatt hastighet maks 50 km/t for østgående tog mellom km 328,970 og km 327,480. Hastighet kan økes til strekningshastighet når lokomotivfører har forvisset seg om at strekningen er rasfri. Se vedlegg figur 12. Sikt var imidlertid svært dårlig og det var ikke mulig å se skredet.

3.5 Samspill Menneske – Teknikk

Det var generelt svært dårlig sikt når avsporingen skjedde. Det er ikke avdekket at lokfører hadde dårligere sikt fremover enn det en kan forvente under gjeldende forhold.

3.6 Tidligere hendelser

Det er jevnlig problem med store snømengder om vinteren på jernbanenettet i Norge. Spesielt er Bergensbanen, Nordlandsbanen og Ofotbanen utsatt, men store snømengder forekommer også på Sørlandsbanen. Dette resulterer i fastkjøringer og avsporinger.

Iht. Jernbaneverket har det tidligere ikke vært ført systematisk statistikk for avsporinger der naturen dvs. snø eller ras har vært ansett som direkte årsak til avsporing.

Noen hendelser fra de siste 20 år kan trekkes frem der "moderate" snømengder bidro til avsporing

1. 4. februar 1987 El 16.2205, Oksebotn km 294,80. Lokomotivet kjørte rett frem i en venstrekurve etter møte med meget hardpakket snøfonn, antatt 1 meter høy. Lokomotivet havnet ca. 20 meter ned i en skråning Med unntak av en vogn fortsatte resten av toget bortover sporet før vognene traff en ny snøfonn og sporet av. /1/

2. 4. mars 1990. El 16.2203, tog 1420, kjørte inn i ras øst for Myrdal kl 11.05. Lokomotiv og første boggi på BF vogn bak sporet av og 800 meter kjøreledning ble revet ned. /5/
3. 5. mars 1990 kjørte et dobbelt 69 sett inn i et ras 400 m øst for Vieren bp. (mellom Mjølfjell og Myrdal) 1 ½ sett sporet av . 8. mars sporet Di 3.620 av på Finse st. på grunn av mye snø i forbindelse med bergning av fastkjørt Et 63. /5/
4. 20. mars 1993 Dm3 1221-1240-1222 Katterat km 29,7. Alle tre lokomotiv kjørte ut etter passering av stasjon i venstrekurve. Trolig årsak: for mye snø og is i spor, såkalt flenshardt spor. /2/

Som det kan sees så har avsporinger med lokomotiver og motorvognstog forekommet som følge av vanskelige snøforhold og skred. Vinteren 1990 var spesielt hard på Bergensbanen med store uregelmessigheter i toggangen og mange fastkjøringer og mindre avsporinger. De største snømessige utfordringene har senere blitt betydelig redusert som følge av Finsetunnelen og linjeomlegging øst for Finse. De hendelsene fra mars 1990 som er trukket frem er relevante i forhold til dagens linjeføring.

Hendelsene som er referert viser at også lokomotiver kan spore av som følge av ugunstige snøforhold.

4. Analyse

Snøskredet var hardpakket og skrånet i samsvar med terrenget. Dvs. at på venstre siden av spor så var dybden opp mot 3-4 meter, mens det på dalsiden var lite snø, mindre enn 1 meter. Det antas at avsporingen kom som en følge av:

- Hardpakket snø kom inn i hjulgrepet
- Skredets hellningsvinkel ledet til en mye større sidekraft på frontens venstre side enn på høyre side. Dette fordi snøen på venstre side måtte komprimeres, mens snø på høyre side kunne kastes utfor skråningen.
- For lav aksellast i forhold til snøens densitet ledet til at snø i hjulinngrepet løftet den første akselen. På grunn av sidekraften ble toget dermed styrt ut mot høyre og dro resten av toget med seg. Iht. til undersøkelser på hendelsessted så var det ikke skader på skinnene noe som tyder på snø og is i hjulinngrepet. Kabelkanal på utside av spor var knust.
- Hastighet er en viktig komponent i forhold til de krefter som virker på toget og kan sees som en medvirkende faktor når det gjelder utfall av møte med store snøfonner eller skred.

4.1 Rullende materiell og snø

Følgende materiell har vært evaluert i forhold til snø: Type 73, El 18 og El 17

		El17	El18	Type 73				
				BM	BFR	BMU	BFM	sum
Største hastighet	km/t	150	200	210				
Ytelse	kW	3000	5400	882		882	882	2646
Starttrekkraft	kN	240	275	39		39	39	117
Lengde o.b.	m	16,3	18,5	27,70	25,6	25,6	27,7	
Vekt tara	tonn	64	85,2	59,19	53,43	61,054	58,46	232
Akselanordning		Bo' Bo'	Bo'Bo'	Bo'2'	2'2'	Bo'2'	Bo'2'	
Aksellast drivboggi	tonn	16	21,3	15,998		15,865	16,087	
Aksellast løpeboggi	tonn			13,567	13,3575	14,992	13,143	

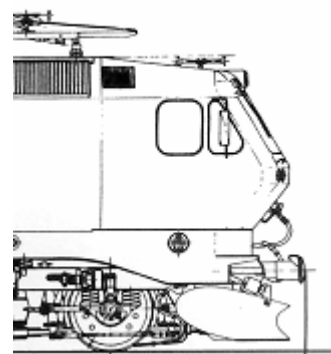
4.1.1 Lokomotiv type El 17

Dette lokomotivet har en standard underliggende snøplog som har vært anvendt på alle elektriske lokomotiv siden El 11. Plogen har en klaring på 10-12 cm til overkant skinne. Plog har en vinkel på ca. 48° grader i forhold til fartsretningen.



Figur 4 underliggende frontplog El 17

Plogens spissing gjør den godt egnet til å rydde snø i høyder opp til 0,5 - 0,7m. Men spissing gjør også at det kan bli betydelige sidekrefter ved møte med harde, skjeve snøfonner.



Figur 3 Front El 17

Som det kan sees av figur 4 så har fronten en spiss utforming som kom med El 16 og senere med Di 4. Ved ekstremt store snømengder kan denne fronten bidra til hjulavlastning.

For at dette skal inntreffe må snødybden være godt over 1,3 meter. Vinkelen i midtre del av front er ca 35° i forhold til vertikalplanet og teoretisk vil dette kunne gi et vertikalt løft og hjulavlastning. Ettersom denne del av front utgjør ca 25% av arealet under signallys blir bidraget relativt lite i forhold til den totale lasten. I tillegg møter skråflaten en vertikal flate samt buffere som gir friksjon og komprimering av snøen slik at løftet trolig blir redusert. Dvs. fronten oppfører seg mer som et vertikalt plan.

Aksellast på El 17 er den samme som på drivboggi type 73.

Det er ingen justerbar skinnerydder foran hjul, men plog rydder bra siden det er liten avstand mellom plog og skinnetopp.

Med skinnerydder så menes et høydejusterbart jern foran ledende hjul. Dette er en vanlig løsning på rullende materiell og har til formål å hindre fremmedlegemer i å komme inn i hjulinngrepet. Et slikt jern kan ha en klaring på 4 til 6 cm til skinnegang.

4.1.2 Lokomotiv type El. 18

Dette lokomotivet har en tilsvarende plog som El 17, men den er litt flatere i overkant. El 18 har en front som i hovedsak er flat eller heller bakover slik at et møte med dyp snø i hovedsak vil gi pålasting av fremre boggi. El 18 har en aksellast på 21,3 tonn dvs 33% høyere enn type 73.

Plog har klaring på ca. 13 cm til overkant skinne. Siden ploget er fast vil høyden minske med hjuldiameteren. Det samme gjelder El 17.

Det er ingen justerbar skinnerydder foran hjul, men plog rydder bra siden det er liten avstand mellom plog og skinnetopp.

4.1.3 Motorvogn type 73

Dette toget har en helt annen front enn annet materiell som trafikkerer Bergensbanen. Fronten har en aerodynamisk utforming som gjør at bredden er i underkant av 2 m i fronten for så å øke til 3 m ca 2,5 meter bak front. I stedet for plog har fronten en rund form som kan benevnes frontskjørt og nederste punkt er 15 til 18 cm over skinnetopp. Bak frontskjørt er det et hulrom som går oppover og trolig ikke vil bidra til løft. Laveste punkt på vognkasse mellom boggi er på 20 - 22 cm, altså høyere enn laveste punkt på frontskjørt. Se figur 5, samt figur 13, 14 og 15 i vedlegg

Det påpekes at et ekstra jern som er montert på type 73 for å forlenge frontskjørt ned mot skinnegangen gjør dette materialet atskillig bedre egnet i snø enn type 71. Avstand til skinnegang er med denne modifikasjonen redusert med 5-7 cm. Om dette ikke var montert så ville laveste punkt på vognkasse vært mellom boggiene. Frontskjørt er kraftig dimensjonert og har en styrke tilsvarende vanlig plog.

Det er ingen flater av betydning som vil bidra til løft av front. Frontens totale utforming er slik at den bør gi pålasting drivboggi i møte med større snømengder. Dette gjelder både plog og front i øvrig.

Boggi har ikke justerbar skinnerydder, men det er et jern som delvis rydder foran hjul, se figur 6 og 15

Frontens "spissing" kan være uheldig i møte med meget skjev og hard snølast. Det betyr at det kan oppstå sidekrefter som kan bidra flensklating og avsporing. Tilsvarende kan også skje med underliggende plog og forløpet vil være avhengig av snøens dybde, fasthet og tetthet.

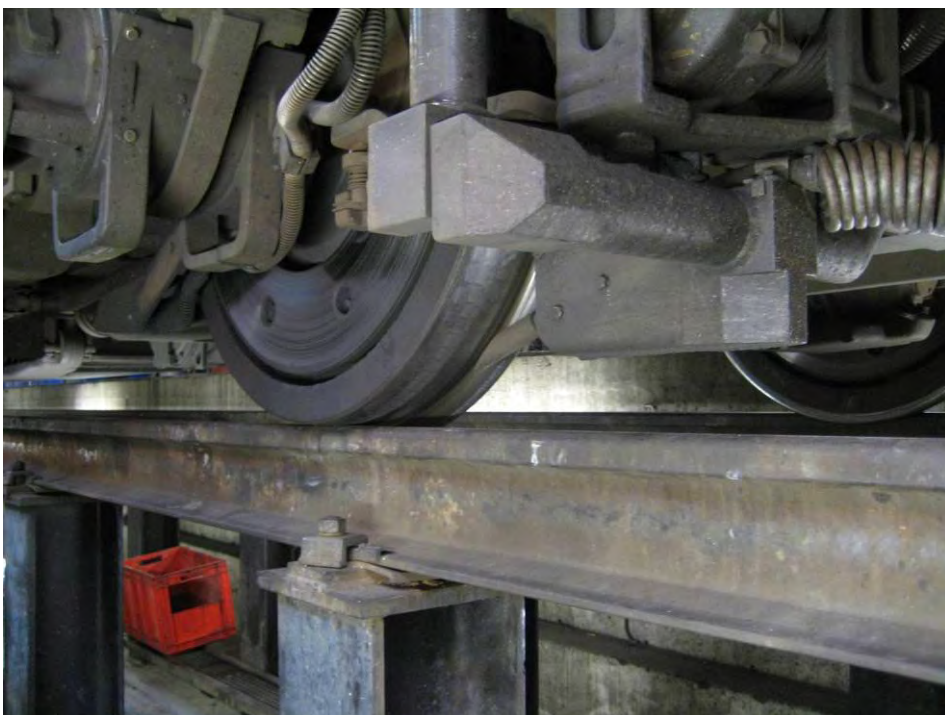
Vurdering av overheng i fronten: El 17 har et overheng på 3,6m og boggisenteravstand på 8,6 m, mens type 73 har et overheng på 5 m og boggisenter avstand på 19 m. Overhengen på type 73 er altså kortere relativt boggisenteravstand enn på El 17. I tillegg bruker fronten på type 73 en lengde på ca 2,5 m før full bredde oppnås hvilket er betydelig lengre enn ploget på El 17. Det betyr at reaksjonkraften sideveis i første boggi vil bli større på El17 enn på type 73 i et tilfelle med en påført sidekraft i front. Sagt på en annen måte, stor boggisenteravstand virker stabiliserende

Totalt sett har type 73 ikke noen særskilt uheldig utforming av front i forhold til kjøring i snø sammenlignet med andre typer materiell. Utformingen av fronten gir større motstand enn lokomotiv med plog ved kjøring i moderate snømengder, dvs. mindre enn ~0,7 m.

I forhold til en jevn snøfonn vil type 73 ha gode evner til å trenge igjennom på grunn av frontens relativt spisse utforming.



Figur 5 her sees at frontskjørt er laveste punkt



Figur 6 bilde av holder for sanding og "skinnerydder"

Materiellets lavere aksellast gir mindre margin mot avsporing i ekstreme tilfeller enn f.eks El 18, men er sammenlignbar med El 17.

Det kan tilføyes at type 73 er konstruert med passiv kollisjonssikring i form av deformasjonssoner i front som vil ta opp energi. Slik type sikring er det kun type 71 og 73, samt type 72 som har i Norge per i dag.

På type 71 og 73 danner overganger og kobbel til sammen en kraftigere forbindelse enn normalt mellom vognene og bidrar til å holde vognene sammen ved uhell. Ved tradisjonelt tog(B5 vogn) er det ved en alvorlig avsporing, dvs toget forlater svilledekket, en mye større fare for separasjon av vogner og lokomotiv med risiko for at de velter. B 7 vogner har også vanlig skrukoppel, men har en noe mer solid overgang enn B 5, men ikke like kraftig som type 71 & 73

Toget har en vognkasse som omslutter utrustning under vogn. Det gjør at toget har en relativt glatt flate mellom boggien. Denne konstruksjonen antas ikke å øke risikoen for hjulavlastning på type 73 takke være jernet på frontskjørtet som skrapper rent under dette nivået. Flaten mellom boggien utgjør ca halvparten av den totale vognlengden. Under visse forhold vil noe snø kunne rase ned i sporet igjen, men neppe på en slik måte at det bidrar vesentlig til hjulavlastning. Ved en avsporing i snø så vil type 73 ha en annen bæring enn konvensjonelt materiell, noe som kan gjøre at det tar lengre tid og strekning før det stopper helt opp. Ved denne avsporingen var dette ikke tilfelle, fronten skar seg dypt ned i snømassene og toget stoppet relativt raskt.

4.1.4 Leverandørens dokumentasjon

Det er gjort en rekke analyser av frontens utforming på type 71 i forhold til El 17. Med unntak av nevnte jern så er front på type 71 og type 73 identisk. Analysene har tatt for seg møte med skjev snøfonn som riktignok ikke er identisk med den Jernbaneverket har foreslått i brev av 3. mai 1999. Forskjellen antas ikke å ha større betydning for resultatene.

Det vises spesielt til rapport TR-T9918 som sammenligner beregnede og målte krefter i forhold til gjennomkjøring av skjev snøfonn. Snøfonn er satt til å ha en bredde på 2,5 m og en høyde på 1 meter på den ene siden og 0,2 meter på den andre. Snø under 0,2 meter er ikke med i beregning. Beregninger har tatt utgangspunkt i snødensitet på 300 kg/m³ og i test er snødensitet målt til 500 kg/m³. En kunstig oppbygget snøfonn viser antagelig ikke samme fasthet som en reell snøfonn da denne kan bli meget hard under bestemte værforhold (jmf. avsporing El 16 – Oksebotn/1/)

Beregninger og tester har brukbare korrelans. Både beregning og test viser at skjev snøfonn gir en hjulavlastning (Q) både for materiell med frontplog og for type 71. Kjøring i snøfonn gir i hovedsak en nedadvirkende kraft (Z) for alt materiell, men den er liten i forhold til sidekreftene (Y). Side krefter er i test mindre enn beregnet. Motstand ved kjøring i snø er underestimert. Y/Q kommer ikke i kritisk område før ved høy hastighet og El 17 og Type 71(FPT/XT) har sammenlignbare egenskaper

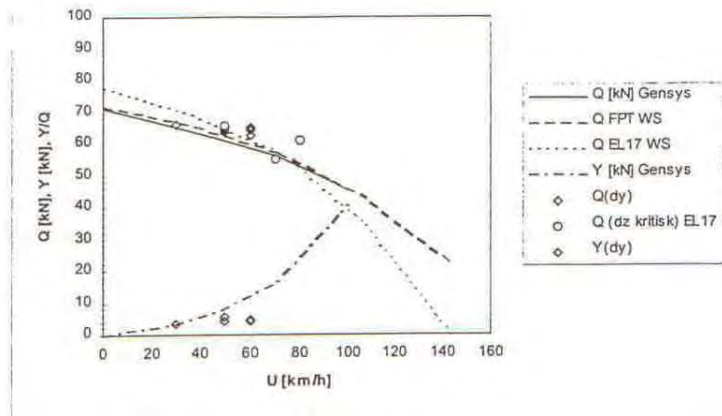


Figure 9, Vertical (Q), lateral (Y) and ratio Y/Q wheel-rail contact forces in the leading bogie vs. train speed (U).

Figure 9, is the major result of the investigation. The following conclusions may be drawn regarding the verification of the model.

1. The correlation between the GENSYS and WS results is good.
2. The simulations indicate a lower Q than the measured data. The model is thus conservative.
3. The model overestimates the Y .
4. There is a qualitative agreement between the computed and measured results.

The measurements support the earlier drawn conclusions, which are based on simulations [6], regarding the comparison between the snowploughing stability of FPT/XT and EL17.

1. The snowploughing stability of the FPT/XT and EL17 are comparable.

The measured data covers only a limited train speed range, due to practical and security restrictions during the tests.

Figur 7 utdrag av leverandørrapport

4.2 Konklusjon

Avsporing antas å ha skjedd som følger: Toget kjører inn i skredet. Frontskjørtet legger igjen et knapt 20 cm tykt snølag med meget hardpakket snø. Denne snøen går inn i hjulgrepet og løfter hjulet på første aksel så høyt at flens klatrer over skinnekant. På grunn av skredets helling og terrenget så blir sidekraften mye større på frontens venstre side enn den høyre. Første aksel sporer av til høyre og drar med seg de øvrige akslene på vogn 1, hele vogn 2 og første boggi på vogn 3.

Skredet var såpass kompakt og høyt på venstre side at også annet materiell dvs. El 18, El 17 og andre tunge lokomotiv trolig ville fått betydelige problemer. På grunn av skredets

skjevhet ville sidekreftene blitt store og det ville vært risiko for avsporing selv om lokomotiv rydder snø noe nærmere skinnegang og lokomotiv har en større aksellast.

5. Forslag til tiltak

Forslag til tiltak

- Enda lavere plog eller effektiv skinnerydder foran hjul.
- Hastighet ved skredfare senkes
- Det innføres skred varslere i større utstrekning, evt. andre snøforebyggende tiltak langsmed sporet
- Høyere aksellast på materiell

6. Andre land

6.1 USA/Canada

I visse områder så er det betydelige problemer med snør og ras. Tog i USA er utrustet for selv å rydde sporet, men ved ekstreme forhold så ryddes det snø ved spesielle ploger alternativt roterende snøplog. Amerikanske lokomotiver har vanligvis aksellaster fra 28 til 32 tonn. Et typisk amerikansk 6 akslet lokomotiv kan derfor veie opp mot 190 tonn. De sitter følgelig godt på skinnene. Amerikanske lok har en meget flat plog, montert på en ”pilot” som vil gi lite sidekrefter, men betydelig motstand ved kjøring i snø. Den har en klaring til skinnegang tilsvarende tradisjonell norsk underliggende plog. Varslingsanordninger for skred er utbredt.



Figur 8 Eksempel på typisk Nordamerikansk diesellokomotiv (type SD40-2). Løsning på plog er tilnærmet lik på alle senere lokomotiv fra EMD eller GE.

6.2 Sveits/Østerrike

I alpene så er det ikke vanlig praksis at tog rydder snø. I det senere har lokomotiv fått ploger som ligner den norske, men ved ekstreme værforhold så er normal praksis at annet materiell rydder snø. Som eksempel kan nevnes Re460/465, som tilsvarer El 18, kun har et relativt svakt dimensjonert frontskjørt. På utsatte steder er det vanlig med rasoverbygg for å hindre ulykker.

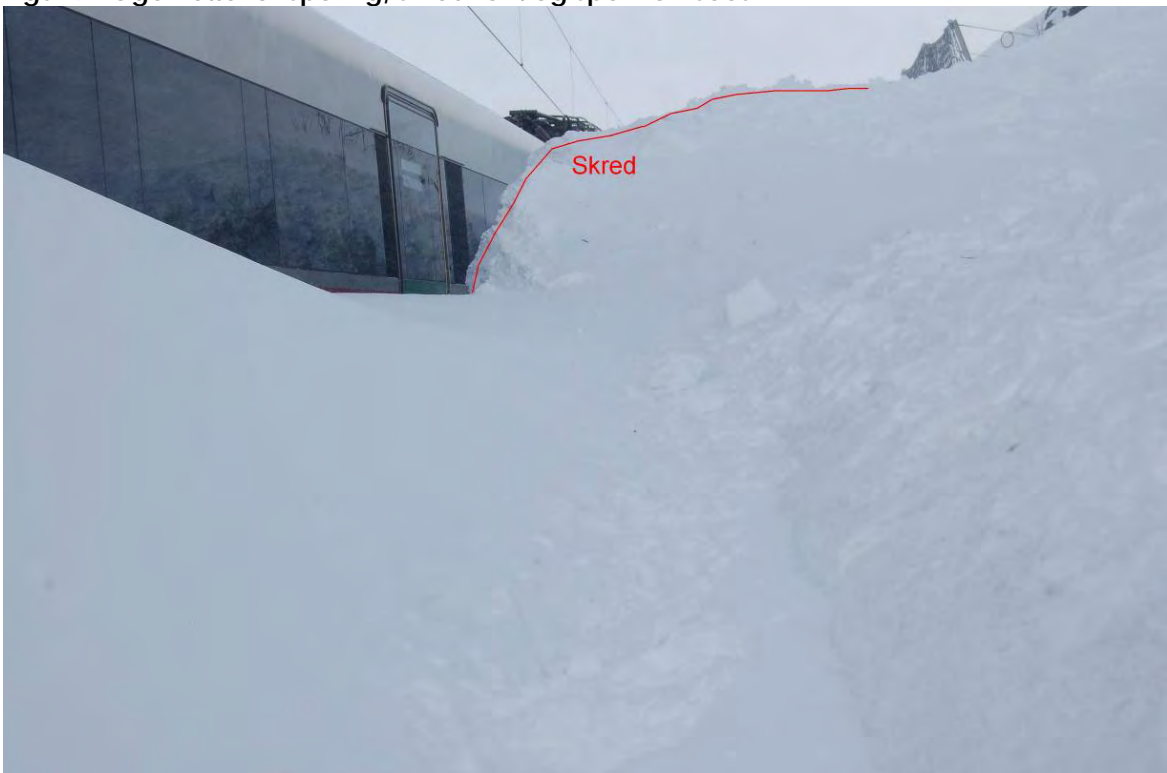
7. Referanser

- /1/ Bergensbanen "Livsnerven over høyfjellet" 1999 Alma Mater forlag AS ISBN -82-419-0253-0
- /2/ JBV rapport 1/2007
- /3/ SJ rapport: Ursparing Dm3 1221-1240-1222 i Katterat, Norge
- /4/ Adtranz rapport TR-T9918 1999.06.06
- /5/ På Sporet nr. 62 juni 1990 – Norsk Jernbaneklubb

8. Bilag



Figur 9 Dagen etter avsporing, skredfront og spor kan sees



Figur 10 Dagen etter avsporing, skredfront og kan sees



Figur 11 avsporing skjedde på tilnærmet rett spor

2.2.5 Særlig hastighet grunnet rasfare

På grunn av rasfare skal det under kjøring mot nedenfornevnte strekninger ikke kjøres med større hastighet enn angitt. Når lokomotivfører har forvisset seg om at strekningen er fri for ras, kan hastigheten gjenopptas.

Km	Mellom	Km/h	Merknad
BERGENSBANEN			
129,371 - 130,100	Trolldalen st. spor 1	30	For alle tog
131,030 - 132,200	Trolldalen og Gulsvik	50	For vestgående tog
132,200 - 131,030	Gulsvik - Trolldalen	60	For østgående tog
327,480 - 328,970	Hallingskeid og Myrdal	40	For vestgående tog
328,970 - 327,480	Myrdal og Hallingskeid	50	For østgående tog
373,750 - 375,000	Urmland og Ygre	30	For vestgående tog
375,000 - 373,500	Ygre og Urmland	50	For østgående tog
428,904 - 429,941	Dale og Stanghelle	30	For alle tog
452,350 - 453,425	Trengereid og Arna	40	For alle tog
FLÅMSBANEN			
340,330 - 340,770	Pinnelia	20	For alle tog
343,500 - 344,000	Nedenfor Blomheller tunnel	20	For alle tog i retning Flåm
348,200 - 349,100	Høga	20	For alle tog
SØRLANDBANEN			
485,720 - 486,844	Moi - Heskestad	40	For vestgående tog
487,382 - 485,277	Heskestad - Moi	20	For østgående tog
BRATSBERGBANEN			
158,156 - 158,500	Valebø - Skien	50	

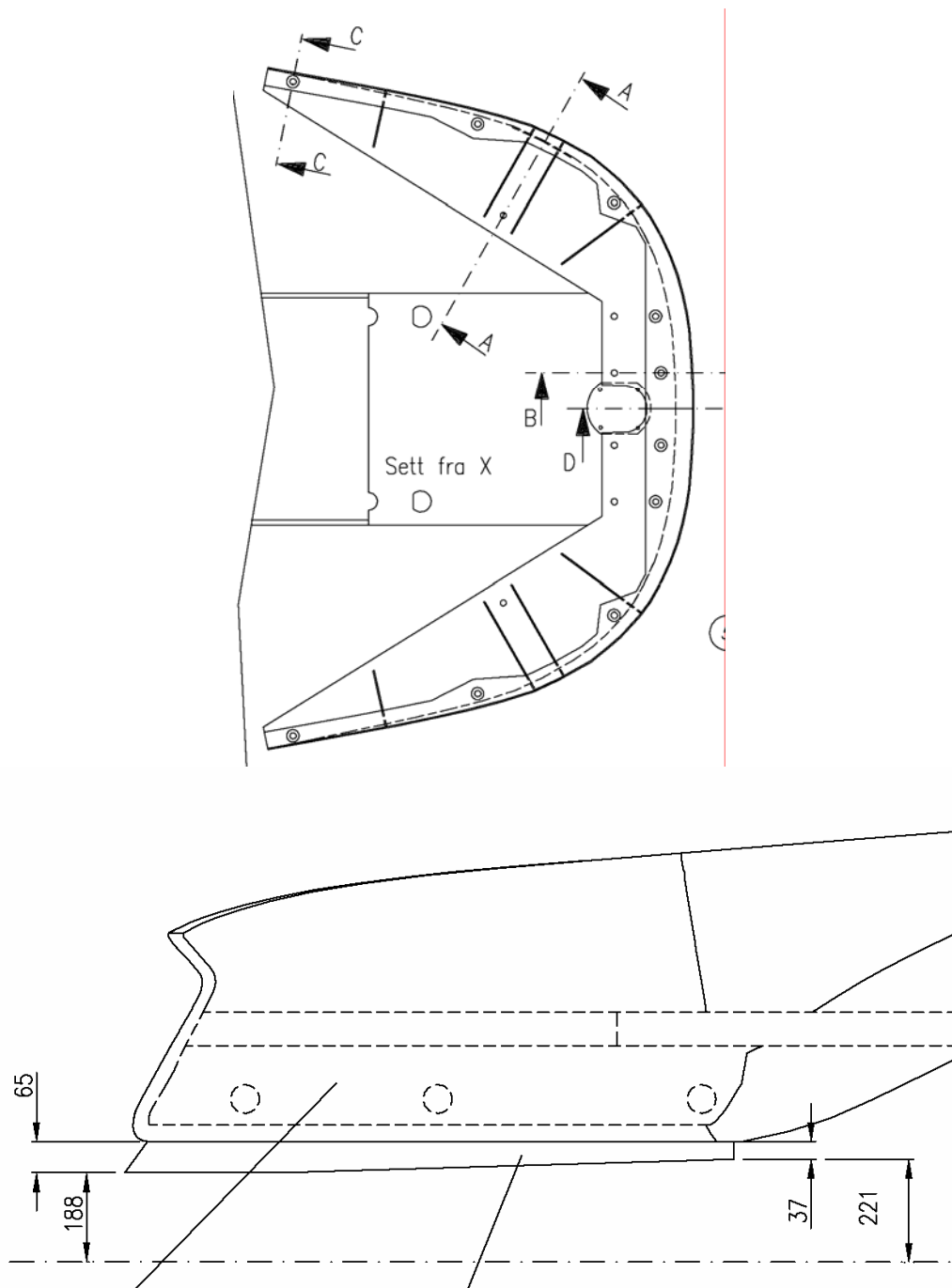
Figur 12 utdrag av JD346 driftshåndbok



Figur 13 Frontskjørt type 73



Figur 14 Underside frontskjørt type 73



Figur 15 Plan og snitt av frontskjørt type 73